



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Plan de mantenimiento basado en RCM, para aumentar la
disponibilidad de la línea 1 de peletizado en una planta de
alimento balanceado en La Libertad Trujillo**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTORES:

Cotos Barreto, Johan Georg (ORCID: 0000-0002-3487-4123)

Mejia Benites, Luis Carlos (ORCID: 0000-0002-3317-3720)

ASESOR:

Mg. Sifuentes Inostroza Martín (ORCID: 0000-0001-8621-236X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema y planes de mantenimiento

Trujillo – Perú

2020

Dedicatoria

Este presente trabajo de investigación está dedicado a Dios por darnos salud y fuerzas para salir adelante, a nuestros padres, esposas e hijos por el gran apoyo incondicional durante nuestra formación profesional.

Agradecimiento

A nuestros docentes y compañeros de la Universidad, con quienes compartimos todos los años de nuestra carrera, en los cuales aprendimos muchas enseñanzas que volcaremos en nuestra vida personal y profesional.

Índice de contenidos

Contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2 Variables y operacionalización.....	19
3.3 Población, muestra y muestreo.....	19
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5 Procedimientos.....	20
3.6 Método de análisis de datos.....	21
3.7 Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
4.1 Evaluación de las condiciones iniciales.....	23
4.1.1 Análisis de fallas por equipos de la Línea 1 de peletizado, aplicando indicadores de disponibilidad y confiabilidad.....	24
4.2 Realizar el análisis de criticidad.....	27
4.2.1 Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF):.....	32
4.2.2 Número de Prioridad de Riesgos (NPR).....	37
4.3 Elaboración del plan de mantenimiento preventivo, basado en el RCM.....	38
4.4 Determinación de los nuevos indicadores de mantenimiento.....	42
4.5 Realizar un estudio de costos de la inversión.....	44
4.5.1 Beneficios económicos en reducción de horas perdidas.....	44
4.5.2 Costos por la implementación del Mantenimiento predictivo.....	45
4.5.3 Costos para la implementación del mantenimiento preventivo.....	46
4.5.4 Beneficio útil:.....	47

4.5.5 Inversión en activos fijos y tecnología para la implementación del RCM basado en el AMEF:	47
4.5.6 Retorno operacional de la inversión (R.O.I) y beneficio/costo (B/C):	48
V. DISCUSIÓN	50
5.1.- Evaluación de las condiciones iniciales	50
5.2.- Realizar el análisis de criticidad	50
5.3.- Elaboración del plan de mantenimiento preventivo	51
5.4.-Determinación de los nuevos indicadores.....	51
5.5.- Realizar un estudio de costos de la inversión.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS.....	56
Bibliografía.....	56
ANEXOS.....	58

Índice de tablas

Tabla 1: Hoja de información.....	8
Tabla 2: Hojas de decisión.....	9
Tabla 3: Técnicas e instrumentos del estudio.	20
Tabla 4: Fallas de equipos fijos.....	23
Tabla 5: Determinación mensual de los indicadores de mantenimiento de la línea 1.	25
Tabla 6: Resumen del cálculo de indicadores de disponibilidad de equipos.....	26
Tabla 7: Clasificación de riesgo de los equipos de la línea 1 de peletizado.....	28
Tabla 8: Matriz de criticidad de equipos.	31
Tabla 9: Niveles y rangos de la criticidad.	31
Tabla 10: Hoja de información de equipos línea peletizado # 1.	33
Tabla 11: Análisis del número de prioridad de riesgo (NPR).	37
<i>Tabla 12: Determinación de nuevos indicadores de mantenimiento.</i>	<i>43</i>
Tabla 13: Beneficio debido a la reducción de horas perdidas.	44
Tabla 14: Costos en mantenimiento predictivo en equipos de peletizadora.....	45
Tabla 15 Costos en mantenimiento preventivo en la línea 1 de peletizado.....	46
Tabla 16: Resumen de costos en mantenimiento.....	47
<i>Tabla 17: Inversión en activos fijos.....</i>	<i>48</i>

Índice de figuras

Figura 1: Árbol lógico de decisiones.	10
Figura 2: Modelo de programa de mantenimiento preventivo.....	12
Figura 3: Modelo de orden de trabajo	13
Figura 4: Matriz de criticidad.....	17
Figura 5: Procedimiento para la implementación de la metodología RCM.	21
Figura 6: Plan de mantenimiento para los equipos críticos del área de Peletizado en la línea 1.....	41

Resumen

En la presente investigación se ha establecido un Plan de mantenimiento basado en RCM, para aumentar la disponibilidad de la línea 1 de peletizado en una Planta de alimento balanceado en La Libertad Trujillo. Se inició el estudio realizando un análisis de condiciones actuales de operación de la línea de peletizado de la empresa, con la finalidad de determinar indicadores de mantenimiento en condiciones de etapa inicial, evaluando la disponibilidad y confiabilidad; a continuación, se realizó el correspondiente análisis de criticidad a fin de clasificar a las fallas encontradas como críticas, mediamente críticas y no críticas. A partir de allí, se ha tomado como referencia las fallas críticas para realizar el análisis de modo y efecto de fallas y el cálculo del número de prioridad de riesgo. Seguidamente y habiendo establecido las fallas preponderantes y su calificación de gravedad, ocurrencia y detección, se procedió a efectuar el plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM. Después de la proyección, cifrado el Plan de Mantenimiento, se comprobó el incremento de la disponibilidad en un 10.17% y de la confiabilidad en un 0.44%, valores que reflejan la mejora sustantiva de las operaciones y productividad. Finalmente, se ha estructurado el estudio del costo de implementación de mantenimiento y el beneficio que éste otorgaría. Los resultados obtenidos fueron los determinantes en el cálculo del retorno de la inversión, que se califica como beneficioso.

Palabras claves: RCM, Criticidad. AMEF, NPR, Plan de mantenimiento preventivo.

Abstract

The objective of this work is to implement a maintenance plan focused on reliability (RCM) in an agro-industrial company in the city of Chao dedicated to the processing of avocado, mango and blueberry distributed in 2 plants. Plant 1 dedicated to the processing of blueberries and plant 2 to the processing of frozen foods and avocados. The process during the campaign shows causes of failure that were not estimated in the maintenance plan, in addition to continuing the performance of preventive tasks with the use of world-class tools was to implement a record of failures and develop technical indicators: MTTR and MTBF. According to the FMEA and the classification obtained through the NPR, results that represent 80% of the failures were obtained. The maintenance indicators could be determined, finding an availability between the range of 95.91%, MTBF = 29.67 Hours, MTTR = 0.89 Hours. A reduction of 20 hours of stoppage was estimated, which will achieve an availability of 97.40%. This increase in availability will allow the company to recover S./ 24,900 per campaign. With this implementation, it was possible to improve the mechanical availability of the freezing process equipment in the agro-industrial company.

Keywords: Maintenance plan, mechanical availability, Freezing process.

I. INTRODUCCIÓN

En todo proceso industrial, una de las mayores preocupaciones siempre ha sido tratar de reducir costos de producción, los cuales no sólo están en función de un buen análisis económico ni en determinación de fortalezas y debilidades de la empresa, sino que va más allá y esto está orientado a que los activos de la empresa prevalezcan con su función en el tiempo sin incurrir en fallas imprevistas. Las fallas traen como consecuencia períodos improductivos, los cuales tienen un efecto importante en la producción y costo total.

Actualmente la tendencia mundial se ha cifrado entonces en que los sistemas se vayan hacia una producción denominada: justo a tiempo, en los que determinan que pequeñas averías o fallas pueden causar paralización de toda una planta (Ramon, 2015). Consecuentemente, las actividades de mantenimiento se han constituido el complemento de lograr niveles altos de productividad, pues sus apropiadas actividades están al mismo nivel que las de producción (CEN – European Committee for Standardization, 2002).

Ha sido necesario implementar acciones que vayan hacia un cambio estructural en las políticas de mantenimiento y lograr aplicar estándares de clase mundial, que incluyan un conjunto de actividades para reorientar la estrategia hacia la operación de los equipos con un enfoque de mantenimiento proactivo, disciplinario y con prácticas estandarizadas, gestión autónoma, competitivo y con índices altos de desempeño. Se ha determinado entonces, la necesidad de redimensionar el plan de mantenimiento de una empresa a fin de establecer retos y oportunidades que merezcan ser valorados.

Es bien conocido que la principal actividad del mantenimiento constituye asegurar el correcto funcionamiento de todos los componentes y equipos, así como la conservación de las máquinas en el tiempo (Mora, 2000).

En el Perú, en el ramo industrial, los problemas de disponibilidad asociadas al mantenimiento generalmente han sido causadas por falta de planificación, control presupuestal y sistemas de mantenimiento. Los planes de mantenimiento se pueden realizar en diferentes áreas productivas, como por ejemplo dentro del rubro de la pesca tanto industrial como artesanal, que ha venido progresando fuertemente y deslindando en actividades específicas por ejemplo en la crianza de especies

acuáticas que comprende a peces, camarones, crustáceos y plantas. Esta actividad de crianza, requiere la acción humana para aumentar la producción, a esta actividad se denomina acuicultura y es el rubro de la empresa que se ha seleccionado para la presente investigación (Acuicultura, 2002).

Se ha podido verificar que en nuestra nación la acuicultura está logrando crecimiento progresivo en los últimos años, pues las tasas históricas de crecimiento del 22% que reflejaban volúmenes de cosechas de 4753 TM en 1993 y 104566 TM en el 2013, así lo demuestran; asimismo, las exportaciones pasaron de US\$ 21 223 (1998) a US\$ 278 796 775 (2013).

Como puede ser observado este rubro es de suma importancia para el desarrollo del país, por lo tanto, esta investigación se basa plan de mantenimiento para aumentar la disponibilidad en una empresa del rubro de la acuicultura y se ha seleccionado a una planta ubicada en el departamento de La Libertad Trujillo, que se ha identificado como una empresa especializada en producción de alimento balanceado para camarones y peces en la región, la planta cuenta con 6 (seis) líneas de producción. El mezclador # 1 suministra materia prima a 4 conductores, por lo tanto, cualquier parada no programada causa impacto directamente en merma de un 67% de la producción. La planta se ha diseñado para trabajar los 30/31 días del mes y su ratio de producción en promedio es de 5 Ton/Hora en cada línea, las paradas de emergencia fueron siempre impredecibles de acuerdo a eventos imprevistos que ocasionan paralización de la producción como por ejemplo un sismo, accidente personal, falla no prevista de un componente por falta de mantenimiento preventivo, corte de energía eléctrica, etc. La planta dedicada a la producción de alimento balanceado en La Libertad Trujillo no ha sido ajena a ello, por lo que también se encuentra inmersa en deficiencias que deben ser superadas mediante estudios de investigación referentes al mejoramiento del plan de mantenimiento.

Por lo tanto, de acuerdo con lo indicado líneas arriba, se ha procedido entonces a formular el problema: ¿De qué manera se aumenta la disponibilidad de la línea 1 de peletizado en una planta de alimento balanceado en La Libertad Trujillo?

Seguidamente, se ha procedido a plantear la siguiente hipótesis:

Mediante la implementación de un plan de mantenimiento, basado en RCM, se aumentará la disponibilidad de la línea 1 de peletizado en una planta de alimento balanceado en La Libertad Trujillo.

A fin de tener en cuenta que este problema ha requerido de análisis, también se ha visto por conveniente efectuar justificaciones de la investigación teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: se justifica económicamente porque al realizar el plan de mantenimiento basado en el RCM, será posible reducir pérdidas económicas que significa disminución de costos por paradas de mantenimiento correctivo en períodos de producción de la planta de alimento balanceado. Se justifica metodológicamente, porque al aplicar estrategias propias de un sistema de mantenimiento que consiste en Criticidad, AMEF (Análisis de modos y efecto de fallas) y NPR (Número de prioridad de riesgos), permitirán identificar a las fallas más críticas que repercuten en baja producción y deficiente desempeño de la línea 1 de peletizado, sirviendo esta metodología para aplicaciones posteriores. Se justifica laboralmente, porque ayudará aumentar el desempeño y se logrará un aumento de la productividad con la participación del personal capacitado. Se justifica institucionalmente, porque la implementación de la herramienta de RCM, como instrumento de obtención de mayor confiabilidad en el proceso, determinará la reducción de pérdidas de producción y permitirá a la empresa involucrada, sacar ventaja frente a otras similares de la misma actividad de producción de alimento balanceado para camarones y peces.

Se justifica social y ambientalmente, porque gracias a la implementación del RCM a los activos de la línea 1 de peletizado, se identificarán las causas que originan pérdidas de producto terminado (pellets) y su consecuente gasto en energía eléctrica no aprovechada que constituyen remanentes residuales que son evacuados y perjuicio al medio ambiente, respectivamente.

En la presente investigación se consideró como objetivo general determinar un plan de mantenimiento basado en RCM, para aumentar la disponibilidad de la línea 1 de peletizado en una planta de alimento balanceado en La Libertad Trujillo. Para llegar a esta determinación se ha tenido en cuenta como objetivos específicos a los siguientes: Realizar una evaluación de las condiciones iniciales, en materia de mantenimiento de la línea 1 de peletizado, a fin de establecer los indicadores de mantenimiento iniciales, realizar el análisis de criticidad para identificar las fallas importantes de las líneas de peletizado y elaborar las Hojas de AMEF y NPR respectivos, elaborar un plan de mantenimiento preventivo, basado en el RCM, de acuerdo a los resultados determinados del AMEF y NPR previamente evaluados, determinar los nuevos

indicadores de mejora, luego de proyectar el plan de mantenimiento elaborado y comparar con los indicadores iniciales, efectuar el estudio de costos de inversión de la implementación del plan de mantenimiento, materia del presente trabajo y determinar el beneficio económico y el retorno de la inversión.

II. MARCO TEÓRICO

Para la presente investigación, se ha tomado como referencia algunos trabajos previos, cuyo aporte es significativo para su desarrollo.

En una tesis de investigación (Benavides, 2009), el autor realizó el análisis de criticidad a los equipos de una línea, en el cual se obtuvo un 9% de equipos con criticidad A, un 82% con criticidad B y un 9% con criticidad C. También el autor efectuó un estudio de confiabilidad de los equipos en estudio para poder realizar las actividades de mantenimiento con frecuencias adecuadas y por último se diseñaron planes de mantenimiento para los equipos más críticos y se dejaron colocados en el programa sistemas, aplicaciones y productos para el procesamiento de datos (SAP) el cual es un sistema informático para realizar y aplicar un plan de mantenimiento. El aporte de dicho trabajo hacia la presente investigación estará en función de tomar referencia de la disparidad de valores porcentuales de criticidad para establecer su indicador básico de confiabilidad, pues se pretende analizar la criticidad bajo fundamentos mejorados, utilizando las valoraciones correspondientes y el estudio del AMEF.

En otro trabajo encontrado en la literatura (Chávez, 2017), el autor realizó la implementación de un plan de mantenimiento al sistema eléctrico de un edificio de entidad del estado, aplicando la herramienta del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), la cual permite optimizar las actividades y frecuencias de mantenimiento en función al análisis de fallos, tiempos medios entre fallos, el ciclo de vida, diagrama de decisiones y confiabilidad de los equipos a estudiar. En esta tesis primero se realizó una adecuada identificación de los equipos críticos que conforman el sistema eléctrico estableciendo la criticidad en cada una de ellas y el impacto en las metas de mantenimiento, seguridad, salud, medio ambiente y servicio. Luego se hizo un diagnóstico a los componentes principales que conforman a estos equipos críticos utilizando la matriz correspondiente; a continuación, se realizó el análisis de fallas y sus posibles efectos, pues se pretendía aumentar la vida útil de los equipos mediante la aplicación de esta metodología. El aporte de esta investigación hacia el presente trabajo es el orden de la metodología, pues ha utilizado análisis de criticidad, AMEF e indicadores basados en el RCM; sin embargo, solamente espera lograr incrementar la vida útil de los equipos, no especificando cómo. En la presente investigación, se realizará una proyección fehaciente de comprobación de la mejora, en base a la

utilización de una herramienta válida en mantenimiento, denominada NPR (Número de prioridad de riesgos).

En una tesis de investigación (Cáceres Torres, y otros, 2017), los investigadores realizaron la simulación del procedimiento basado en la metodología RCM para mejorar técnicas de mantenimiento, ya sea preventivo, predictivo o correctivo. El método es bastante efectivo y se enfoca en determinar la mejor estrategia de mantenimiento a un modo de falla específico; pero los equipos son de diferente concepción, precisión y fragilidad, por lo que sus indicadores reales en la industria, cayeron en porcentajes flojos: disponibilidad, 80% y confiabilidad 78% y no los esperados. La presente investigación partirá de la evaluación de indicadores originales y tras realizar la metodología RCM, se pretende lograr indicadores tanto de disponibilidad como confiabilidad, superiores al 90% para considerarlos como eficientes; además se efectuará el debido análisis económico para determinar el impacto de la aplicación de la metodología de mantenimiento las líneas seleccionadas. En otra tesis de investigación (Escalante, 2016), el autor presentó una iniciativa de mejora de la gestión de mantenimiento según la metodología del TPM, se pretende disminuir costos de operaciones de una compañía seleccionada y determinar mediante la implementación de las herramientas 5 'S, mejoras del programa de mantenimiento preventivo, supervisión y reporte de los equipos después del mantenimiento, programas de capacitación en mantenimiento, plan maestro de implementación de mantenimiento autónomo. El estudio considera una inversión de S/ 38 806.00 para implementar el TPM; establece una proyección de 24 meses y costo de oportunidad capital de 3%. El resultado arrojó un VAN equivalente a S/ 196 320.39, TIR del 40.17% y el beneficio/costo de 1.14, logrando reducir los costos operativos a S/. 5 614.34 que equivale a un 56% por mes. El aporte de esta investigación para el presente tema es la modalidad del estudio de costos e inversiones para la implementación proyectada; más la metodología de la investigación es un tanto compleja y teórica respecto a esta investigación, la cual es más real y técnica con apreciaciones de RCM y costos referentes a sus índices del VAN, TIR y R.I.

En otro trabajo de investigación (Torres Raymundo, 2017), el autor implementó un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad del chancador cónico 60"x113", al inicio encontró una disponibilidad mecánica de 88.91%

entre el periodo julio 2015 a junio 2016, realizando un plan RCM en el periodo julio 2016 a julio 2017, con el uso de la metodología AMEF logro identificar las funciones y fallas funcionales, modos y efectos de fallas, luego procedió a realizar el estudio de criticidad a los equipos del chancador, de acuerdo a los procedimientos establecidos en minería, logrando determinar las fallas con mayor número de prioridad de riesgo NPR. Posteriormente se elaboró la hoja de decisiones y la validación de la hipótesis con el método de T-students, el cual obtuvo como resultado una mejora de la disponibilidad mecánica de la chancadora del 92.08%.

Teniendo en cuenta lo referencial de los antecedentes, ahora se dispone a utilizar conceptos que nos sirvan de base para el desarrollo de la presente tesis. Iniciamos definiendo mantenimiento preventivo, como la estrategia que ayuda a anticiparse a las fallas y averías de equipos con el objetivo de mantenerlos en buenas condiciones de operación. Generalmente se toma como premisa las recomendaciones del fabricante, pero en forma solamente referencial pues las condiciones operacionales y los historiales de falla de los equipos, son específicos para cada negocio o empresa. En la evolución del mantenimiento, esta estrategia ha sido la que revolucionó la disciplina de efectividad de operaciones de las máquinas y equipos y prácticamente demostró la ineffectividad del mantenimiento correctivo, al cual suplió con creces, minimizando las reparaciones de emergencia (Ávila Garcia , y otros, 2012).

El mantenimiento preventivo contempla las programaciones anticipadas con una periodicidad o frecuencia determinadas por la experiencia, historia y/o inspecciones rutinarias que determinan el momento oportuno de parar la máquina para su intervención y evitar fallas, conservar su funcionabilidad y operación satisfactoria, lo cual influye directamente en el mejoramiento de los indicadores característicos de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad. Sin embargo, la tendencia más importante para mejorar el desempeño de los equipos, es la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), que constituye una metodología utilizada para determinar acciones a fin de asegurar que los equipos continúen operando dentro de rangos o estándares establecidos por el usuario en el contexto operativo presente (Moubray, 2007).

La metodología RCM garantiza que un equipo continúe operando de forma eficiente, dentro de los límites establecidos y a la capacidad de diseño y la confiabilidad inherente al equipo. La metodología RCM establece un procedimiento que facilita

identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional, a partir del análisis de las 7 preguntas (Parra Márquez, y otros, 2012). La metodología RCM establece las siguientes 7 preguntas: ¿Cuál es la función y los estándares de ejecución?, ¿Cuál es la falla funcional?, ¿Cuál es el modo de falla?, ¿Cuál es efecto de la falla?, ¿Cuál es la consecuencia de la falla?, ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla funcional?, ¿Qué puede hacerse si no se conoce una tarea de prevención adecuada a este fallo? Por lo tanto, es muy importante para la aplicación de un plan de mantenimiento basado en el RCM, establecer las herramientas básicas y clasificatorias de la criticidad, denominadas Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) y el árbol lógico de decisiones, que responderán a las siete preguntas básicas que permiten identificar los efectos o consecuencias de los modos de fallos de cada activo en su contexto operacional (Moubray, 2004).

A partir de esta técnica se logra: Asegurar que todos los modos de falla concebibles y sus efectos sean comprendidos, identificar debilidades de diseño, proveer alternativas en la etapa de diseño, proveer criterios para prioridades de acciones correctivas, proveer criterios para prioridades de acciones preventivas.

Para poder dar respuesta a las siete preguntas de la metodología RCM, se procede al uso de las hojas de información y al árbol lógico de decisiones (Moubray, 2004).

Las hojas de información, previamente al desarrollo de la hoja de decisiones estratificamos la referencia de información para poder establecer las tareas propuestas mediante las hojas de información. Aquí se responden las tres primeras preguntas de la metodología RCM.

Tabla 1: Hoja de información.

Nombre del equipo:			
Sistema:			
Pieza	Función que desempeña (F)	Modo de fallo funcional (FF)	Causas Potenciales de fallo (FM)

Fuente: Moubray, 2004

Las hojas de decisión: Es en esta etapa del análisis en la cual finalmente se integran las consecuencias y las tareas, en esta etapa en la que podremos responder a las últimas 4 preguntas de la metodología del RCM:

Tabla 2: Hojas de decisión.

HOJA DECISIONES				Sistema:								Facilitador:		Fecha:		Hoja:			
				Subsistema:								Auditor:		Fecha:		de:			
Referencia de información				Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falla			Tarea Propuesta		Intervalo inicial a-año, m-mes, s=semana d=día		realizarse por	
								S1	S2	S3									
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4							
							N1	N2	N3										

Fuente: Moubray, 2004

El árbol lógico de decisiones Permite seleccionar las actividades de mantenimiento en forma óptima, de acuerdo a los principios del RCM.

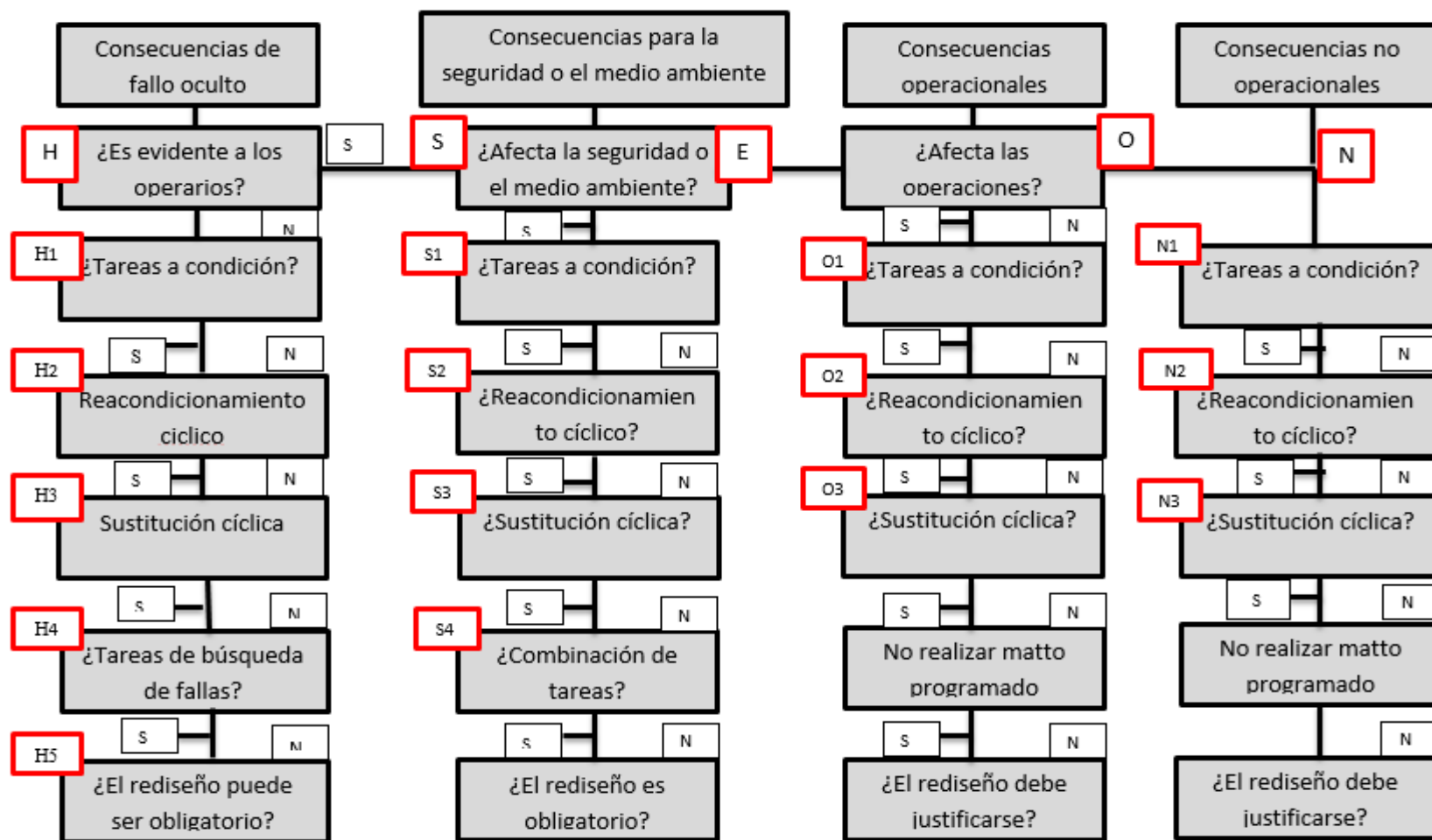


Figura 1: Árbol lógico de decisiones.

Fuente: Moubray, 2004.

Asimismo, para implementar la metodología del RCM, es necesario establecer cuatro etapas (Uzueta, 2014).

Etapa 1: Control de la documentación. - En esta etapa, se deben evaluar los equipos que van a ser estudiados mediante iniciativas de priorización, luego se debe recopilar todo el conocimiento explícito de los equipos priorizados. La documentación relacionada sobre todo con el mantenimiento tiene que ser crucial cuando ocurren averías correctivas compleja, por ello se recolecta toda la información siguiendo estas secuencias: Elección del equipo de trabajo, recolección de la información. información puesta en tablas. Etapa 2, Análisis de Modo y Efectos de Falla (AMEF). - Con información recolectada se debe responder las 3 primeras preguntas de los 7 pasos del RCM (1-las funciones del equipo, 2- los modos de falla y 3-las causa). Para ello será necesario combinar el trabajo realizado por los diseñadores de los instructivos y en la experiencia de técnicos en mantenimiento.

Etapa 3: Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo. - Se procede a efectuar el plan con la participación de técnicos y profesionales de mantenimiento. Se deben responder a la cuarta, quinta, sexta y séptima preguntas del análisis RCM (4-Análisis de consecuencias, 5-Selección de eventos de mayor impacto, 6-Acciones preventivas y 7-Acciones alternativas). Asimismo, se debe llevar a cabo una revisión de los modos de falla del equipamiento, incluyendo el conocimiento implícito y las experiencias de los técnicos y profesionales de mantenimiento y operarios de producción. Para complementar el plan de mantenimiento y ordenar las acciones a realizar en éste, se establece un cronograma específico para cada área. A través de la figura siguiente se diagrama un modelo de este tipo de evento del mantenimiento preventivo.


GOIZPER			MANTENIMIENTO PREVENTIVO				Num.: 66D013 Nivel: 00 Fecha: 2008/XX/XX Aceptado: Director de calidad. Hoja 1 / 1			
GARANTIA DE CALIDAD			MÁQUINA: CORREA 0013							
NUM. GAMA	NUM. NORMA	OPERACIONES A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL			
1	1	Auditoria interna al automantenimiento.								
	2	Limpiar los depósitos y bombas de taladrina.								
	3	Limpiar (en caso necesario sustituir) los filtros del tanque de taladrina.								
	4	Equipo de tratamiento de taladrina: Lubricar los rodamientos (6 rodamientos).								
	5	Limpiar las boyas de las micro boyas.								
	6	Mantenimiento del armario eléctrico de Correa: Si fuera necesario cambiar cables.								
	7	Comprobar y limpiar los detectores.								
	8	Lubricar las partes móviles de la máquina en general.								
	9	Lubricar la cadena del almacén de herramientas.								
	10	Lubricar el manipulador de la grúa.								
	11	Lubricar el intercambiador.								
	12	Lubricar las pinzas del manipulador.								
	13	Lubricar la cadena del manipulador.								
	14	Comprobar que la diferencia de voltaje es +/- 5% del valor nominal.								
	15	Inspección global de las partes eléctricas: masa, conectores y transformadores.								
	16	Revisión del movimiento de los ejes X,Y,Z.								

Figura 2: Modelo de programa de mantenimiento preventivo

Fuente: Unzueta (2014)

Hay que considerar que las acciones de mantenimiento preventivo incluida en los catálogos de operación y mantenimiento están sobredimensionadas, debido a que los diseñadores no disponen de información sobre las características de fallas que se deben evitar y sus causas. Por ello los técnicos de mantenimiento deberán ajustar la periodicidad de las acciones de mantenimiento preventivo modificando o incluso eliminando actividades del manual de mantenimiento. Además, los técnicos acumulan experiencia incalculable que será útil para adoptar otras acciones de mantenimiento y esta información recopilada debe ser incluida en las actividades del mantenimiento preventivo.

PARTE DE INTERVENCIÓN		Fecha		
		Nº		

SOLICITUD DE INTERVENCIÓN					
Solicitante:				Departamento:	PET
Línea	Bandera Reifenhauser	Máquina parada	SI NO	Hora solicitud	Firma
Descripción Afectación:					

RESUMEN DE LA INTERVENCIÓN					
Recepción	Fecha/HH-MM	Tiempo reparación	VºBº Solicitante		
En marcha	Fecha/HH-MM	0:00	Inicio	Final	Total
Nombre			HH:MM	HH:MM	HH:MM
1					0:00
2					0:00
3					0:00

DESCRIPCIÓN TRABAJO REALIZADO:

nº	Material	Und	Coment.	nº	Material	Und	Coment.

ANÁLISIS DE LA INTERVENCIÓN			
Grupo funcional	Defectos	Acciones	
Elemento	Causas	Clasificación	
¿LOS 5 POR QUÉ?			
1º	POR QUÉ SE HA PARADO LA LÍNEA?		
2º	POR QUÉ 1º?		
3º	POR QUÉ 2º?		
4º	POR QUÉ 3º?		
5º	POR QUÉ 4º?		

AVERIA SUBSANADA		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
PENDIENTE			

AVERIA EVITABLE		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
PROPUESTA DE MEJORA			
Responsable de mejora			
MANTENIMIENTO		PRODUCCIÓN	
Sr.:		Sr.:	
Fecha de implantación			
Firma		Firma	

COSTE DE INTERVENCIÓN			
	Horas	Tasa	Importe
Personal interno			€
Personal externo			€
Materiales			€

COSTE DE PRODUCCIÓN			
	Horas	Tasa	Importe
Línea Bandera			€
Línea Reifenhauser			€

COSTE TOTAL €

FECHA DE CIERRE PI:

FIRMA:

Fuente: Unzueta (2014)

Por lo tanto, el Ingeniero de Mantenimiento como responsable del área, antes de proponer cambios en la gestión de mantenimiento, debe medir el estado inicial en el que se encuentra dicha área, a fin de evaluar si estos cambios son favorables o no, dicha medición se debe realizar a través de los indicadores, llamados también ratios de gestión (Gonzales, 2010, p. 37).

Lo que no se mide no se mejora, es un dicho puesto que los indicadores son parámetros numéricos que nos ayudan a evaluar los métodos, planes, técnicas y políticas aplicadas en el área de mantenimiento (Thompson, 2015).

El primer indicador que veremos es la disponibilidad que, para muchos especialistas, es el principal indicador de mantenimiento puesto que va a limitar la capacidad de la producción. Es la probabilidad en la que el equipo está preparado para producir en un determinado tiempo, esto significa que no debería parar por fallas o ajuste, no se incluye paradas planificadas por mantenimiento y operaciones.

Una disponibilidad usual de instalaciones y flotas en las empresas modernas es de 97-98%. En sistemas de operaciones continuas, la disponibilidad obedece al tiempo en que el equipo o sistema se encuentra apto para producir, se expresa en cifras porcentuales (González Fernández, 2010).

Si utilizamos expresiones matemáticas, esta disponibilidad $D(t)$, la podemos definir mediante la relación del tiempo en que sistema quedó listo para producir (MTBF) y el tiempo total empleado para la reparación (MTTR). Es decir:

$$D(T) = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF} * 100 \quad \dots \dots \dots (Ec. 1)$$

Dónde:

$D(T)$ = Disponibilidad (%).

MTBF = Tiempo medio entre fallas: Es el tiempo promedio, transcurrido entre una falla y la siguiente falla, el MTBF lo obtenemos mediante la ecuación:

$$MTBF(h) = \frac{\text{Tiempo total de operacion}}{\text{Numero de fallas}} * 100 \quad \dots \quad (Ec. 2)$$

MTTR = Tiempo promedio empleado para la reparación: Generalmente en horas que se toma para volver a poner en servicio el sistema que falló, el MTTR lo obtenemos mediante la ecuación:

$$MTTR(h) = \frac{\text{Tiempo total de fallas}}{\text{Numero de fallas}} \dots (\text{Ec. 3})$$

Ahora bien, la confiabilidad como indicador principal del RCM está cifrada como el nivel de confianza que otorga un sistema para su funcionamiento durante un lapso de tiempo standard de operación. También se la define como la probabilidad de desempeño eficiente a través del tiempo establecido por el fabricante o tendencias experimentales (Altman, 1997).

La confiabilidad se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$C(t) = e^{-\lambda t/100} * 100 \dots \dots \dots (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

C (t): Confiabilidad de un equipo en un tiempo t dado.

he: Constante Neperiana (e=2.71828...)

t: Tiempo total de estudio (Hrs.).

λ : Tasa de fallas (número total de fallas por período de operación).

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \dots \dots \dots (\text{Ec. 5})$$

Además, la mantenibilidad es el indicador definido como la expectativa de volver a tener en operación un equipo o planta en el lapso de tiempo requerido luego de haber ejecutado un proceso de mantenimiento. Obedece a procedimientos establecidos con anterioridad y se mide por el grado de restablecimiento de condiciones de funcionabilidad del activo que presentó falla y requiere ser reparado en un tiempo determinado (Rogerio, 2015).

$$M_{(t)} = (1 - e^{-\mu \cdot t}) * 100 \dots \dots (\text{Ec. 6})$$

Dónde:

μ : Conocida como la tasa de reparación.

he: Constante matemática cuyo valor es 2,7182.

t: Periodo de tiempo arbitrario para el cual se desea conocer la confiabilidad.

μ : La tasa de reparación, la cual se puede calcular mediante la ecuación:

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \left[\frac{\text{Nº de reparaciones}}{\text{año}} \right] \dots \dots (\text{Ec. 7})$$

Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de esta forma la tendencia será disminuir el costo total del ciclo de vida.

La productividad de un negocio, empresa o Planta, muchas veces se mide de acuerdo a la combinación de los 3 indicadores descritos líneas arriba, relacionándolos en función de lo siguiente:

Mayor confiabilidad, se dará en función de la mejora del MTBF. (mantenimiento total entre falla y falla).

Reducción del tiempo de reparaciones, se dará en función del menor MTTR (mantenimiento total para reparación de falla).

mayor MTBF y menor MTTR en forma simultánea.

Consecuentemente, podemos establecer las recomendaciones siguientes:

El objetivo del mantenimiento está dado por la garantía de funcionabilidad de los activos de una empresa y no necesariamente la acción única de eliminar fallas, sino evitarlas.

La nueva tendencia de Productividad es la combinación de 3 disciplinas: operación o producción, mantenimiento e ingeniería.

La selección de la estrategia de mantenimiento a utilizar, no siempre es igual a pesar de que existen equipos iguales, pero con diferentes fases de vida.

La mejor selección del tipo de mantenimiento a utilizar, no es tajante: no siempre el mantenimiento preventivo es mejor que el correctivo.

El mantenimiento no siempre es sinónimo de reparaciones; así como también la confiabilidad no es feudo de quien opera el equipo.

Idealmente el mantenimiento se torna enfático, cuando no se hace mantenimiento.

La mejor estrategia, es la determinación de la causa raíz de las fallas; pues mantenimiento no es sólo reparar.

Un concepto muy importante en el tratamiento de mantenimiento basado en el RCM, complementario para la mejora de indicadores y efectuar el plan de mantenimiento, es el referido a la criticidad. Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla (Améndola, 2012).

En un eje se representa la frecuencia o número de fallas en un determinado periodo y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla (Améndola, 2012).

NÚMERO DE FALLAS	20	SC	SC	C	C	C	C
	15	SC	SC	SC	C	C	C
	10	NC	NC	SC	C	C	C
	5	NC	NC	NC	SC	C	C
		50	100	150	200	250	300
		CONSECUENCIA					

Figura 4: Matriz de criticidad

Fuente: Ávila, 2008.

La criticidad se determina mediante la utilización de elementos cuantitativos que corresponden a la frecuencia y a la consecuencia. La multiplicación de la primera por la suma de variables de la consecuencia, clarifican el grado de importancia de las fallas, estableciendo valores que permiten homologar la ponderación de los criterios de evaluación (Pemex, 2010):

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia} \dots\dots (\text{Ec.8})$$

La consecuencia se determina por medio de la siguiente relación:

$$\text{Consecuencia} = D.P * I.P * D.I * I.A * I.PR \dots\dots (\text{Ec. 9})$$

Dónde:

D.P: Daños al personal.

I.P: Impacto a la población.

D.I: Daños a las instalaciones.

I.A: Impacto al ambiente.

I.PR: Impacto a la producción.

Las tablas para la ponderación de los 6 criterios de la criticidad, se muestran en el anexo 05.

Luego de la identificación y clasificación de riesgos, lo siguiente es realizar el análisis respectivo que consiste en determinar la posibilidad y consecuencia de cada factor con el fin de establecer el nivel de riesgo de cada proyecto (Down, 2012).

A fin de determinar el correcto procedimiento y comprobación de resultados de los indicadores y análisis de criticidad, debemos tener en cuenta la determinación del NPR

(Número de prioridad de riesgos); cuya expresión matemática la podemos expresar como el producto de la gravedad por la ocurrencia por la detección (Moubray, 2004).

El valor del NPR, así como de sus componentes son adimensionales y se fundamenta entonces, según la formulación:

$$\text{NPR} = G * O * D \dots\dots (\text{Ec.10})$$

Dónde:

NPR: Número de prioridad de riesgo.

G: índice de gravedad.

O: índice de ocurrencia.

D: índice de detección.

En el anexo 08, se muestran las matrices correspondientes a la determinación del NPR.

Otro parámetro importante a considerar es el retorno operacional de la inversión (ROI), el cual permite calcular el tiempo apropiado para recuperar el dinero gastado en una inversión (López, 2009). Se puede calcular teniendo los valores de la inversión y el beneficio que ésta genera.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de esta investigación, de acuerdo al fin que se persigue fue aplicada debido a que se recurrió a conocimientos ya establecidos, se conoció la situación inicial fundamentada en sus variables , para luego establecer cambios y mejoras, determinando de esta manera el beneficio productivo; de acuerdo al régimen, la investigación ha sido considerada como orientada pues, el tema es de interés científico y aplicable al tipo de empresas del rubro de este estudio y significa gran aporte en la formación como investigadores de los tesisistas. El estudio ha sido considerado dentro del diseño de investigación Pre-experimental pues se proyectan cambios en sus variables a través de un tiempo determinado de estudio; y se concluye en una proyección.

3.2 Variables y operacionalización

Para nuestra investigación y, de acuerdo al rubro de desarrollo de la misma, vamos a considerar como variable independiente, Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, y como variable dependiente la disponibilidad de la línea 1 de peletizado en una planta de alimento balanceado, cuyos indicadores principales son el incremento de la disponibilidad propiamente dicha, la confiabilidad y la reducción de la mantenibilidad de los activos. Ver en anexo 01.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Está dada por las líneas de peletizado de todas las empresas dedicadas a la producción de alimento balanceado para camarones y peces.

Muestra: Está conformada por las 6 (seis) líneas de producción de una planta de alimento balanceado en La Libertad Trujillo escogidas para el evento de mantenimiento basado en el RCM.

Muestreo: El muestreo fue aleatorio, lo constituye la línea 1 de peletizado en una Planta de alimento balanceado en la Libertad Trujillo, ya que entre todas las líneas existe similitud de operaciones y mantenimiento.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos de la presente investigación son:

Tabla 3: Técnicas e instrumentos del estudio.

Técnicas	Instrumentos
Análisis documental	Fichas de Registro

Elaboración propia.

Se analizarán en este caso los reportes u hojas de trabajo de los operadores, en éstos se muestran la cantidad de paralizaciones y fallas de la línea 1 de peletizado, ver en anexo 14.

3.5 Procedimientos

Para recopilar la información necesaria, por el estado de emergencia y la coyuntura presentada en esta etapa del covid-19, se solicitaron los datos vía internet a los Supervisores de la planta de peletizado de la empresa, donde se realizó el presente estudio.

La evaluación de los aspectos iniciales, en situación de mantenimiento, de la línea 1 de peletizado en la empresa, se efectuaron para determinar los indicadores de mantenimiento iniciales. También se ha realizado el análisis de la criticidad durante el período de operación, a fin de clasificar las fallas importantes en las líneas de peletizado y elaborar las respectivas hojas del AMEF y NPR y así clasificar cuales están en el grado de críticas, mediamente críticas y no críticas. A continuación, y como punto central del presente trabajo se ha procedido a elaborar el plan de mantenimiento preventivo, basado en el RCM, para proyectar las mejoras a implementar en el sistema de mantenimiento de las líneas de peletizado y así determinar los nuevos indicadores de mejora que se contrastan con los iniciales, a fin de medir porcentualmente el grado de mejora y las consecuencias en la operatividad de las líneas de peletizado. Finalmente, realizar un estudio de costos de la inversión para la implementación del plan de mantenimiento, materia del presente trabajo para

determinar el beneficio económico y el retorno de la inversión, que justificará la implementación del plan.

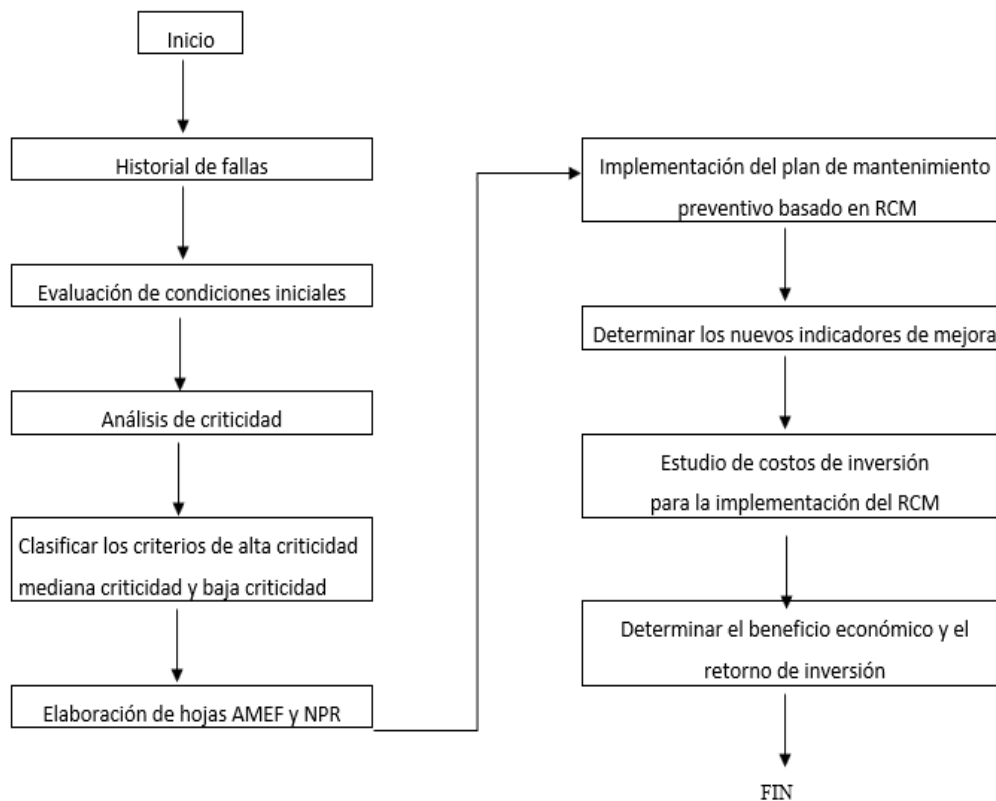


Figura 5: Procedimiento para la implementación de la metodología RCM.

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Método de análisis de datos

Para establecer el análisis de los datos se utilizarán hojas de cálculo que ayuden a realizar la programación y variabilidad en el tiempo.

Los datos que se recopilaron son para determinar las ocurrencias diarias de operación de las líneas de peletizado, estos deberán ser tabulados para mostrar resultados de los tiempos de operación (MTBF), tiempos de reparaciones (MTTR) de cada línea y tiempos en torno a paradas por suficiente producción en la planta; los datos serán también tabulados para poder establecer los indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de las unidades. Asimismo, se incluirán registros de tendencias de falla por vibraciones, desalineamientos, soldadura mecánica, etc. determinadas por el operador al observar en el panel de control, variaciones en el amperaje del motor; a continuación, se verificará in situ con herramientas de

mantenimiento predictivo estas fallas y programará su reparación y mantenimiento adecuado.

3.7 Aspectos éticos

Nuestro trabajo de investigación ha sido elaborado con datos fidedignos y las informaciones otorgadas por el personal de mantenimiento y de operación, fueron reales y concretas de las operaciones de las líneas de peletizado, debido a que la empresa no brinda la autorización para mencionarla en la presente tesis, para lo cual será nombrada como en una planta de alimento balanceado en La Libertad Trujillo.

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluación de las condiciones iniciales

Se procede a realizar la evaluación de los diferentes tipos de fallas que se presentan en línea 1 peletizadora, donde se establecen el estado y acciones tomadas en los 6 meses identificados a fin de determinar los indicadores de mantenimiento iniciales. Se realiza en función de la solución actual de las fallas que se dan a estos activos fijos, contempladas a manera de muestreo en el cuadro siguiente:

Tabla 4: Fallas de equipos fijos.

Ítem	Descripción De la falla	Denominación del equipo	Denominación parte equipo.	Tipo de falla	Texto código motivo
1	Falla del variador 1era cama de secador	Secador	Variador de frecuencia	ELÉCTRICO	Falla
2	Falla de variador	Secador	Variador de frecuencia	ELÉCTRICO	Falla
3	Falla de persianas secador p1	Secador	Soportes	MECÁNICA	Roto
4	FALLA MECÁNICA	Secador	Bridas	MECÁNICA	Picado
5	SENSOR ROTATIVO DE POST.	Peletizadora.178	Sensor Nivel	ELÉCTRICO	Falla
6	FALLA DEL SENSOR	Peletizadora.178	Sensor Hexano	ELÉCTRICO	Falso contacto
7	FALLA ELÉCTRICA	Peletizadora.178	Microswitch	INSTRUME	Falla
8	FALLA ELECTRICA EN SWICHT DE LA PRENSA	Peletizadora.178	Llave de Contacto	ELÉCTRICO	Deteriorada
9	FALLA MECÁNICA	Peletizadora.178	Compuertas	MECÁNICA	Roto
10	FALLA MECÁNICA	Peletizadora.178	Pernos/Tornillos	MECÁNICA	Deteriorado
11	FALLA DE TOLVAS	Esclusa de peletizado	Rotura de base en tolvas	MECÁNICA	Desgastado
12	FALLA MECÁNICA	Canaleta Vibratoria	Canaletas	MECÁNICA	Roto
13	FALLA MECÁNICA	Canaleta Vibratoria	Acople	MECÁNICA	Trabado
14	ZARANDA PRENSA 1	Canaleta Vibratoria	Eje	MECÁNICA	Desgastado
15	TUBERIA DE RADIADOR PICADA	Sistema de Vapor	Tuberías	INSTALAC	Corroídas
16	FALLA ELÉCTRICA	Acondicionadores 3	Bornera	ELÉCTRICO	Falso contacto

17	FALLA ELÉCTRICA	Acondicionadores 1	Control de Temperatura	INSTRUME	Interferencia señal
18	FALLA INSTRUMENTACIÓN	Rastra Descarga Secador	Variador de Velocidad	INSTRUME	Desconfigurado
19	FALLA DE SENSOR DE NIVEL	Post Acondicionador	Sensores	INSTRUME	Falla

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la tabla 4 un resumen de las diferentes fallas que se presentan en los equipos de la planta peletizadora, estas fueron registradas en las hojas de registro por el personal a técnico en mantenimiento.

4.1.1 Análisis de fallas por equipos de la Línea 1 de peletizado, aplicando indicadores de disponibilidad y confiabilidad.

Para los indicadores necesarios en esta presente investigación se tomaron en consideración del reporte de las fallas del proceso de peletizado realizado por el personal técnico de mantenimiento, de esta manera se ingresó toda la información recopilada tales como: horas de paradas, horas de operación, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación, disponibilidad y confiabilidad en hojas de cálculo, por consiguiente se pudo conocer la condición del trabajo en equipo, procesando la información se realizaron los cuadros de la disponibilidad confiabilidad con los valores ponderados de los 6 meses analizados , tal como se muestra en el siguiente cálculo del mes de enero:

$$MTBF(h) = \frac{\text{Tiempo total de operacion}}{\text{Numero de fallas}} = \frac{586}{59} = 9.93$$

$$MTTR(h) = \frac{\text{Tiempo total de fallas}}{\text{Numero de fallas}} = \frac{62}{59} = 1.05$$

$$D(T) = \frac{9.93-1.05}{9.93} * 100 = 89.43\%$$

$$C(t) = e^{-\lambda t/100} = e^{-\frac{1}{9.93} * 644/100} * 100 = 52.28 \%$$

Se procede a la realización de los siguientes meses con el mismo procedimiento y el uso de ecuaciones aplicado en el mes de enero.

Se muestra en la tabla 5 la determinación mensual de los indicadores de mantenimiento de disponibilidad y confiabilidad tomadas de los primeros seis meses del año, para determinar los indicadores iniciales de la línea 1 de peletizado.

Tabla 5: Determinación mensual de los indicadores de mantenimiento de la línea 1.

MES	TIEMPO OPERACIÓN (horas)	TIEMPO PARADA (horas)	NÚMERO DE FALLAS (cantidad)	MTBF (horas)	MTTR (horas)	DISPONIB. (%)	CONFIAB. (%)
ENERO	586	62	59	9.9322	1.0508	89.43	52.28
FEBRERO	556.83	43.17	63	8.8385	0.6852	92.81	50.72
MARZO	602.21	45.79	52	11.5809	0.8805	92.93	57.15
ABRIL	579.48	44.52	59	9.8216	0.7545	92.87	52.98
MAYO	538.25	109.75	75	7.1766	1.4633	83.06	40.54
JUNIO	525.00	99.00	48	10.9375	2.0625	84.13	56.52
TOTAL	564.63	67.37	58	9.71	1.14	89.42	52.17

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la tabla 6 el resumen de la determinación de los indicadores iniciales de la línea 1 de peletizado, para este estudio se ha tomado 17 equipos donde se realizó el cálculo de la disponibilidad y la confiabilidad, con estos valores iniciales se usarán para la comparación del antes y después de la implementación de la metodología RCM. Se procede el cálculo de los indicadores del equipo rotoflow, con el mismo procedimiento y el uso de las ecuaciones se aplicarán para el resto de equipos.

$$MTBF(h) = \frac{\text{Tiempo total de operacion}}{\text{Numero de fallas}} = \frac{92.69}{4} = 23.17$$

$$MTTR(h) = \frac{\text{Tiempo total de fallas}}{\text{Numero de fallas}} = \frac{3.31}{4} = 0.83$$

$$D(T) = \frac{23.17 - 0.83}{23.17} * 100 = 96.55\%$$

$$C(t) = e^{-\lambda t/100} = e^{-\frac{1}{23.17} * 96/100} * 100 = 95.94 \%$$

Tabla 6: Resumen del cálculo de indicadores de disponibilidad de equipos.

ÍTEM	EQUIPO	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD %	CONFIABILIDAD %	Hrs- función.	Hrs- parada	fallas	(1/MTBF) tasa de falla	TTP	potencia
1	Rotoflow	23.17	0.83	96.55	95.94	92.69	3.31	4	-0.043154601	96	-0.04143
2	Peletizadora	21.02	2.98	87.58	88.19	231.2	32.8	11	-0.047577855	264	-0.12561
3	Post Acondicionador	5.24	1.17	81.73	89.57	47.16	10.54	9	-0.190839695	57.7	-0.11011
4	Secador	9.445	2.56	78.71	92.66	56.67	15.33	6	-0.105876125	72	-0.07623
5	Tren Vapor Secador	18.50	5.50	77.08	98.71	18.5	5.5	1	-0.054054054	24	-0.01297
6	Tablero Eléctrico de Fuerza	11.335	0.67	94.46	97.90	22.67	1.33	2	-0.08822232	24	-0.02117
7	Tren Vapor Acondicionadores	21.67	2.33	90.29	98.89	21.67	2.33	1	-0.046146747	24	-0.01108
8	Tablero Eléctrico de Control	13.57	2.36	85.18	93.19	81.4	14.16	6	-0.073710074	95.56	-0.07044
9	Esclusa ingreso Post	16.00	8.00	66.67	98.51	16	8	1	-0.0625	24	-0.01500
10	Rastra descarga secador	15.19	0.81	94.96	96.89	45.58	2.42	3	-0.065818341	48	-0.03159
11	Ventilador Enfriador	20.71	3.29	86.29	97.70	41.42	6.58	2	-0.048285852	48	-0.02318
12	Zaranda	12.27	2.13	85.18	94.29	61.33	10.67	5	-0.08152617	72	-0.05870
13	Elevador PT	23.67	0.33	98.63	98.99	23.67	0.33	1	-0.042247571	24	-0.01014
14	Acondicionadores	14.25	9.75	59.38	96.68	28.5	19.5	2	-0.070175439	48	-0.03368
15	Magnetizador	22.33	1.67	93.04	98.93	22.33	1.67	1	-0.044782803	24	-0.01075
16	Enfriador	21.25	2.75	88.54	98.87	21.25	2.75	1	-0.047058824	24	-0.01129
17	Distribuidor Rotativo	8.95	3.05	74.58	97.35	17.9	6.1	2	-0.111731844	24	-0.02682
TOTAL:		278.57	50.17	84.74	96.07			58			

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Realizar el análisis de criticidad.

Habiéndose determinado la realización de las condiciones iniciales de los equipos que conforman la línea 1 de peletizado, el siguiente paso es la realización del análisis de criticidad con la finalidad de clasificar las fallas importantes que afectan a la línea, para luego con los resultados obtenidos se procederá a la elaboración de las respectivas hojas del AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas) y NPR (Número de Prioridad de Riesgos). Se muestra en anexo 9 el flujograma del proceso productivo y además la línea 1 de peletizado donde se muestra los equipos que la conforman, ver anexo 10.

Para hallar la severidad se ha tenido en cuenta las consecuencias posibles de los eventos que afectan a la producción las cuales son: (AF) Su falla afecta a la función de la línea se le ha dado un porcentaje del 20%, (AS) Su falla afecta a la seguridad de las personas con un 30%, (FE) Su falla es evidente para el operario con un 20%, (TR) Tiempo de reparación y logística con un 20%, (CR) Costo de reparación con un 10%, se le ha dado una ponderación de acuerdo al número de fallas descritas en la tabla en anexo 7 según su criterio de veces de falla por mes. Luego de tener todos criterios y ponderaciones ya establecidos para poder hallar la severidad, el siguiente paso es realizar el cálculo para el primer equipo llamado rotoflow donde se obtiene una severidad de 4 y una criticidad de 16, de este mismo modo se realizarán para los demás equipos de la lista.

$$\text{Severidad} = \text{AF} * \text{AS} * \text{FE} * \text{TR} * \text{CR}$$

$$\text{Severidad} = 5 \times 20\% + 5 \times 30\% + 0 \times 20\% + 3 \times 20\% + 3 \times 10\%$$

$$\text{Severidad} = 4$$

$$\text{Criticidad} = \text{probabilidad} * \text{severidad}$$

Analizaremos el primer equipo que es el rotoflow:

$$\text{Criticidad} = 4 \times 4 = 16$$

Tabla 7: Clasificación de riesgo de los equipos de la línea 1 de peletizado.

Equipos Línea 1 de peletizado										
Componente Equipo	Descripción de componente	Probabilidad de falla (P) 10: Alta 5: Media 1 : Baja	20%	30%	20%	20%	10%	Severidad (S)	Clasificación de riesgo. A: Alto B: Medio C: Bajo	Número de fallas últimos 6 meses
			Su falla afecta a la función de la línea	Su falla afecta a la seguridad de las personas	Su falla es evidente para el operario	Tiempo de reparación y logística	Costo de reparación			
			0: No 3: Reduce 5: Si	0: No 5: Sí	0: Sí 5: No	1: < 4 h 3: 4 / 8 h 5: > 8 h	1: < \$500 3: 500 / 2000 5: > \$2000			
1	Rotoflow	4	5	5	0	3	3	4	16	6
2	Peletizadora	4	5	0	0	5	5	3	12	5
3	post Acondicionador	3	5	0	5	5	5	4	12	2
4	Secador	4	5	0	0	5	5	3	12	4
5	Tren Vapor Secador	3	5	5	0	5	5	4	12	2

6	Tablero Eléctrico de Fuerza	4	5	5	5	5	5	5	20	4
7	Tren Vapor Acondicionadores	3	5	5	0	5	5	4	12	2
8	Tren Vapor Post Acondicionador	3	5	5	0	5	5	4	12	2
9	Tablero Eléctrico de Control	4	5	0	0	5	5	3	12	4
10	Esclusa ingreso Post	3	5	0	0	3	3	2	6	2
11	Ventilador Secador	3	5	0	5	3	3	3	9	2
12	Rastra descarga secador	3	5	0	0	3	3	2	6	2
13	Elevador Descarga Secador	4	5	0	0	3	3	2	8	6
14	Esclusa entrada enfriador	3	5	0	0	3	3	2	6	2
15	Ventilador Enfriador	3	5	0	5	3	3	3	9	2
16	Zaranda	5	5	0	0	3	3	2	10	7
17	Elevador PT	3	5	0	0	5	5	3	9	2
18	Alimentador	3	5	0	0	1	1	2	6	2
19	Acondicionadores	3	5	0	0	1	1	2	6	3
20	Magnetizador	1	0	0	5	1	1	2	2	0

21	Tolva de Mezcla	1	0	0	0	1	1	1	1	0
22	Ciclón de secador	3	3	0	0	1	1	1	3	2
23	Esclusa de ciclón deseccador	2	5	0	0	1	3	2	4	1
24	Enfriador	2	5	0	0	3	3	2	4	1
25	Ciclón de Enfriador	3	3	0	0	1	1	1	3	2
26	Esclusa de ciclón de Enfriador	2	5	0	0	3	3	2	4	1
27	Distribuidor Rotativo	1	5	0	5	3	3	3	3	0

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la tabla 7 el resultado del análisis de criticidad de los equipos que se utilizan en el proceso de producción, donde se aprecia a 9 equipos (color rojo) con alta criticidad, 10 equipos con media criticidad (color amarillo) y 8 equipos con baja criticidad (color verde).

Después de lo analizado se determinó que 9 equipos son de alta criticidad, lo cual son los que impactan en la producción, luego de los resultados obtenidos nos servirá para la elaboración de las hojas AMEF Y NPR.

En la tabla 8 se muestra la matriz de criticidad con el nivel de clasificación de riesgo de los equipos de alta criticidad, media criticidad y baja criticidad, esto servirá para poder realizar el análisis a los equipos altamente críticos de la planta.

Tabla 8: Matriz de criticidad de equipos.

CRITICIDAD = PROBABILIDAD* SEVERIDAD						
PROBABILIDAD (F)	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	
	SEVERIDAD (S)					

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9 se muestra el rango de la criticidad para diferenciar a los equipos si son de alta criticidad, media criticidad y baja criticidad.

Tabla 9: Niveles y rangos de la criticidad.

Alta criticidad	11	<=	CRITICIDAD	<=	20	A	33%
Media criticidad	6	<=	CRITICIDAD	<=	10	B	37%
Baja criticidad	1	<=	CRITICIDAD	<=	5	C	30%

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF):

Para este análisis, se tomarán como referentes a los equipos cuya criticidad está considerada dentro de la calificación de alta Criticidad, o sea los 9 equipos denominados: rotoflow, peletizadora, post acondicionador, secador, tren vapor secador, tablero eléctrico de fuerza, tren vapor acondicionadores, tren vapor post acondicionador y tablero eléctrico de control.

Para ello se usarán las respectivas hojas de información de los equipos críticos, obtenidos del análisis de criticidad donde se describen la función, las fallas funcionales, el modo de falla y el efecto de falla, aquí se procede a contestar las cuatro primeras preguntas de la metodología del RCM, en las hojas AMEF como se muestra en la siguiente tabla 10:

Tabla 10: Hoja de información de equipos línea peletizado # 1.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	Equipos línea peletizado # 1		INGENIERO SUPERVISOR	Fecha:	Hoja 1/1
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA		
Almacenamiento de materia prima de proceso, en tolvas para dosificación progresiva hacia la extrusión de camarón.	Fugas por costuras mal obturadas o por sello en hand holes o man holes.	Debido a la presión interna ejercida por la materia prima acumulada en las tolvas ROTOFLOW , se producen picaduras y/o fugas en el sellado de las tolvas.	De acuerdo al grado de desgaste, es posible que no se consiga reparar correctamente las picaduras, rajaduras y el sistema no adquiera la fortaleza necesaria en las costuras, para que soporte la presión del contenido de las tolvas Rotoflow. Se recomienda cambiar planchas de acero nuevas en partes críticas de este equipo.		
Control preciso sobre la longitud del pellet, un factor que es importante en el alimento de inicio, los cuales deben ser de $\varnothing 0,6\text{ mm}$.	Vibración y mala dosificación de alimento, ocasional falta de control sobre la porosidad de los pellets.	Por excesiva vibración, propia de Descalibración de la PELETIZADORA se bloquea y paraliza la unidad, luego de observarse porosidad en los pellets.	Paralización de la unidad, por imposibilidad de producción de pellets de calidad, aun haciendo recubrimiento con aceites.		
Proceso en el cual los pellets son mantenidos calientes y húmedos por un determinado período de tiempo (20-30 min.).	Incapacidad de realizar suministro de vapor al sistema de post acondicionadores.	POST ACONDICIONADOR deja de realizar el calentamiento hacia los pellets, por obstrucción en la entrada del suministro de vapor;	Paralización de la unidad, por imposibilidad de poder realizar trabajo de mantención de calentamiento y humedad de los pellets en el proceso.		

		consecuentemente, se paraliza su operación.	
Reducir la humedad en el producto que se somete al equipo, por el efecto del aire caliente evaporativo, forzado a través del producto para así remover la humedad que contiene.	Fractura de los carbones de sello hacia el secador, producen fuga excesiva por el lado frontal del cilindro secador.	Defecto en los sifones de alimentación de vapor al tambor SECADOR , ocasionan desgaste y fractura de los carbones de sello del secador.	Alto consumo de vapor. El vapor puede pasarse al interior de los cilindros produciéndose descontrol en el calentamiento del cilindro secador. Se para la unidad para reparación.
Mantener en óptimas condiciones la temperatura modular, simple y controlada. Utiliza aire súper-calentado, seco, limpio y presurizado para el secado progresivo por etapas en la cocción del producto.	Recalentamiento y saturación del Tren Vapor Secador.	Por obstrucción interna en las celdas de ingreso del aire caliente, el TREN VAPOR SECADOR se satura y se activan las alarmas indicativas	Paralización inmediata de la unidad, para así evitar soplado de empaquetadura y/o fundición de partes internas del tren.
El Centro de carga o tablero de fuerza, es un elemento metálico que contiene una cantidad determinada de interruptores termo magnéticos, generalmente empleados para la protección y desconexión de cargas eléctricas y alumbrado.	Paralización de la peletizadora, por disparo de interruptor termo magnético.	Debido a polución excesiva, los sensores del interruptor termo magnético hicieron falso contacto y se ocasionó el disparo en el TABLERO DE FUERZA .	Pérdida de producción por paralización intempestiva de la peletizadora. Se identifica la falla, limpieza y reseteo del interruptor.
Mezclar el producto harinoso con líquidos y vapor. El sistema de inyección de vapor a	Desincronización de la transmisión de los ejes del		Paralización de la unidad por falta de materia prima adecuada para la peletización del producto.

temperatura y presión controladas asegura la adición de humedad a la mezcla para de esta manera mejorar las características del producto peletizado.	tren de vapor a acondicionadores.	El doble eje con que cuenta la transmisión sincrónica tuvo alteración debido a rotura de una paleta de la sección transversal del TREN VAPOR ACONDICIONADOR , lo cual no permite que el radio de acción de las paletas cubra la totalidad de la sección transversal del acondicionador.	Se desmonta carcasa del tren y se cambia la paleta deteriorada. Tiempo perdido asignado al departamento de mantenimiento.
Aplicación de grasa y vapor spray (pressurized spray) a presión, post pellet, en cantidades elevadas sin comprometer la calidad del pellet,	Falta de presión de vapor en inyección spray al sistema de mezcla grasa-vapor.	El TREN VAPOR POST ACONDICIONADOR , se para manualmente, porque el sistema no cumple con aplicar grasa en combinación con enzimas, correctamente ya que falló la tobera de spray principal y no ingresa vapor con la debida presión.	Se para la producción de pellets, porque el sistema que aplica grasa no puede dosificar el 2% a 3%. necesario.
Los tableros de automatización y control eléctricos son paneles donde se encuentran instrumentos para la conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y	Desconexión súbita de las resistencias termocuplas del tablero de control.	Por deficiencia en el térmico del tablero, Resistencias termocuplas del TABLERO ELECTRICO DE CONTROL , fallan y se “queman”.	Al desconectarse las resistencias termocuplas del sistema de tablero de control, el motor de la peletizadora se apaga y el equipo queda fuera de servicio.

distribución, todos estos pequeños dispositivos que integran el tablero eléctrico permiten que una instalación eléctrica funcione correctamente.			
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Número de Prioridad de Riesgos (NPR)

En la tabla 11 se muestra la selección crítica de todas las fallas de los 09 equipos críticos evaluados. Para determinar los valores NPR para cada falla involucrada en el AMEF, se ha realizado la ponderación correspondiente para ser considerada como: Inaceptable, reducción deseable y aceptable. Se tiene:

Puntajes del AMEF

- NPR > 200 Inaceptable (I)
- 200 > NPR < 125 reducción deseable (R)
- 125 > NPR Aceptable

Se procede a calcular en NPR para el primer equipo llamado rotoflow, se debe tener en cuenta cual es la falla funcional del equipo, que nos servirá para realizar la ponderación según su índice gravedad, índice de ocurrencia y el índice de detección valores contemplados en las tablas en anexo 8, según el criterio el índice de gravedad para el rotoflow es baja la cual se le da un valor de 4, para el índice de ocurrencia se le ha dado un valor de 7 porque el rotoflow tiene 1 falla entre 6 meses y un año, para el índice de detección al rotoflow se le ha dado un valor de 4 porque su detección es moderado.

$$NPR = G * O * D$$

$$NPR = 4 * 7 * 4 = 112$$

Se procede el cálculo del NPR de la misma forma como fue calculado el primer equipo llamado rotoflow.

Se observa en la tabla 11 tenemos como resulta 6 equipos inaceptables porque su resultado del NPR es mayor 200, 2 equipos tienen como resultado del NPR a reducción deseable porque están 200 > NPR < 125 y 1 equipo con un NPR aceptable. De la evaluación del NPR de los 9 equipos con alta criticidad, podemos deducir que 6 fallas son inaceptables (66.67%), 2 fallas son reducibles a deseables (22.22%) y 1 falla es aceptable (11.11%).

Tabla 11: Análisis del número de prioridad de riesgo (NPR).

Ítem	Descripción de la falla crítica	G	O	D	NPR
------	---------------------------------	---	---	---	-----

F1	Fugas DE M.T. en tolvas ROTOFLOW.	4	7	4	112
F2	Descalibración de la PELETIZADORA.	7	5	5	175
F3	Obstrucción en línea de vapor de POST ACONDICIONADOR	8	8	7	448
F4	Falla de sifones de alimentación de vapor a SECADORES.	6	9	5	270
F5	Saturación del TREN DE VAPOR SECADOR	9	6	6	324
F6	Disparo de interruptor termomagnético de TABLERO DE FUERZA	9	7	9	567
F7	Desincronismo de transmisión del TREN VAPOR ACONDICIONADOR	6	7	4	168
F8	Falta presión de inyección al TREN VAPOR POST ACONDICIONADOR	6	9	8	432
F9	Falla de resistencias termocuplas de TABLERO ELÉCTRICO DE CONTROL	9	5	9	405

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Elaboración del plan de mantenimiento preventivo, basado en el RCM.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos del AMEF y NPR previamente evaluados, se procede a la elaboración del plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología RCM, para este primer paso se debe tener siempre en cuenta las fallas con mayor relevancia, paso siguiente se comienza a determinar las tareas preventivas y con qué frecuencia deben de ser realizadas las tareas de mejora.

a) Frecuencia de Lubricación:

La lubricación es una de las técnicas predictivas del mantenimiento, la cual tiene por finalidad de minimizar el rozamiento de dos cuerpos creando una película entre metales, la frecuencia de lubricación se dará por la condición de los equipos, para ellos se tiene que sustraer aceite y examinarlos en un laboratorio según normas ASTM, para determinar la condición de la muestra, en esta empresa ya cuentan con una frecuencia de muestreo, la misma que se realiza de forma diaria y semanal.

b) Frecuencia de Vibraciones:

A través de este análisis evaluaremos el estado de las máquinas y sus componentes mientras está en operación, la frecuencia de vibraciones será quincenal, pues esta técnica permitirá detectar por medio de vibraciones:

- Desbalanceo
- Desalineamiento
- Defecto de rodamientos
- Ejes torcidos
- Desajuste mecánico
- Defectos de engranajes
- Defectos de transmisiones por correa

c) Frecuencia de Análisis Ultra sonido:

El análisis ultrasonido es capaz de proporcionar resultados certeros, las cuales podemos identificar una gran cantidad de modo de fallas, la frecuencia del análisis ultrasonido se realizará mensual tal como se ha considerado por la envergadura de los equipos y recomendaciones de la empresa que presta dicho servicio.

d) Alineamiento y ajustes de pernos:

El ajuste de pernos se puede realizar con el equipo operando, no obstante, al encontrarse flojos los pernos ya sufrió un Desalineamiento, el cual tendrá que atenderse de una manera directa, esto quiere decir que no existe una frecuencia establecida para realizar un alineamiento, esta actividad permitirá el ahorro de energía en el equipo y evitará futuras fallas por lo cual se cuenta con un alineador laser para realizar la operación.

e) Frecuencia de mediciones de temperatura por termografía:

Esta técnica se realiza a través de una cámara termográfica. La termografía por rayos infrarrojos se realizará a los tableros eléctricos, switchs, contactores, etc. y la frecuencia de medición de temperaturas por termografía se realizará será quincenal de acuerdo a las experiencias y recomendaciones de los proveedores de los equipos eléctricos.

f) Capacitar al personal sobre los parámetros de producción:

Se brindará la información necesaria sobre el impacto operativo, en los resultados de la producción en la calibración de patrones y cumplimiento de parámetros lo cual se

realizará con una frecuencia mensual para que exista una retroalimentación continua operadores – jefatura.

Con el Plan de mantenimiento elaborado, hemos ampliado nuestra visión respecto de los efectos de las falencias y descubierto las fallas más incidentes en la estructura de los equipos del área de peletizado en la línea 1, hemos reconocido las causas que originan las fallas constantes que tienden a mejorar también el stock de repuestos y materiales, así como a minimizar los tiempos utilizados en las reparaciones. Por lo tanto, el Sistema de Mantenimiento basado en el RCM constituye además del Análisis de modo y efecto de falla (AMEF) realizado, así como, las valuaciones de criticidad y NPR, la presentación de frecuencias y programa de tareas preventivas; por lo tanto, se espera que, utilizando este sistema, se va a intensificar la disponibilidad y confiabilidad y disminuir el mantenimiento correctivo, paradas inesperadas e integración de labores apropiadas.

[illegible]

Figura 6: Plan de mantenimiento para los equipos críticos del área de Peletizado en la línea 1.

Fuente. Elaboración propia.

4.4 Determinación de los nuevos indicadores de mantenimiento.

De acuerdo a lo obtenido, proyectaremos según el NPR, lo siguiente: Se resolverá el 66.67% de todas las fallas existentes en los equipos del área de peletizado de la planta, existiendo aún el 33.33% de fallas entre deseables y aceptables, por lo tanto, determinaremos los nuevos indicadores de mantenimiento.

La proyección la hemos realizado en base al porcentaje representativo de fallas entre reducción deseables y aceptables (33.33%), que harían variar al MTTR; por lo tanto, el nuevo MTTR será el resultado del *inicial MTTR * 0.3333*, y el nuevo MTBF será el resultado de: *(MTTR inicial – MTTR proyectado) + el MTBF inicial*.

Así, para obtener el primer resultado:

$$MTTR = 0.828 * 0.3333 = 0.276 \text{ horas/falla}$$

$$MTBF = (0.828 - 0.276) + 23.17 = 23.72 \text{ horas/falla}$$

Usando el mismo método se pudo calcular el MTTR y MTBF de cada equipo en condiciones proyectadas y consecuentemente los nuevos indicadores de la disponibilidad que se obtuvo un valor de 98.85% y confiabilidad que se obtuvo un valor de 96.03% que es hallada con las ecuaciones:

$$MTBF(h) = \frac{\text{Tiempo total de operacion}}{\text{Numero de fallas}} = \frac{94.90}{4} = 23.72$$

$$MTTR(h) = \frac{\text{Tiempo total de fallas}}{\text{Numero de fallas}} = \frac{1.10}{4} = 0.276$$

$$D(T) = \frac{23.72 - 0.276}{23.72} * 100 = 98.85\%$$

$$C(t) = e^{-\lambda t/100} = e^{-\frac{1}{23.72} * 94.90/100} * 100 = 96.03\%.$$

Tabla 12: Determinación de nuevos indicadores de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

ÍTEM	EQUIPO	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	Hrs- función.	Hrs-parada	fallas	(1/MTBF)	TTP	potencia
1	Rotoflow	23.72	0.276	98.85	96.03	94.90	1.10	4	-0.042151063	96	-0.04047
2	Peletizadora	23.01	0.994	95.86	89.16	253.07	10.93	11	-0.043466619	264	-0.11475
3	post Acondicionador	6.02	0.390	93.91	90.86	54.19	3.51	9	-0.166091443	57.7	-0.09583
4	Secador	11.15	0.852	92.90	93.75	66.89	5.11	6	-0.089698821	72	-0.06458
5	Tren Vapor Secador	22.17	1.833	92.36	98.92	22.17	1.83	1	-0.045112409	24	-0.01083
6	Tablero eléctrico de Fuerza	11.78	0.222	98.15	97.98	23.56	0.44	2	-0.084901496	24	-0.02038
7	Tren Vapor Acondicionadores	23.22	0.777	96.76	98.97	23.22	0.78	1	-0.043059997	24	-0.01033
8	Tablero eléctrico de Control	15.14	0.787	95.06	93.88	90.84	4.72	6	-0.066049855	95.56	-0.06312
9	Esclusa ingreso Post	21.33	2.666	88.89	98.88	21.33	2.67	1	-0.046874414	24	-0.01125
10	Rastra descarga secador	15.73	0.269	98.32	97.00	47.19	0.81	3	-0.063568192	48	-0.03051
11	Ventilador Enfriador	22.90	1.097	95.43	97.92	45.81	2.19	2	-0.043661558	48	-0.02096
12	Zaranda	13.69	0.711	95.06	94.87	68.44	3.56	5	-0.073052754	72	-0.05260
13	Elevador PT	23.89	0.110	99.54	99.00	23.89	0.11	1	-0.041858499	24	-0.01005
14	Acondicionadores	20.75	3.250	86.46	97.71	41.50	6.50	2	-0.048192016	48	-0.02313
15	Magnetizador	23.44	0.557	97.68	98.97	23.44	0.56	1	-0.042655949	24	-0.01024
16	Enfriador	23.08	0.917	96.18	98.96	23.08	0.92	1	-0.043321128	24	-0.01040
17	Distribuidor Rotativo	10.98	1.017	91.53	97.84	21.97	2.03	2	-0.091046198	24	-0.02185
TOTAL:		312.02	16.722	94.91	96.51			58			

En la tabla 12 se aprecia los resultados de los nuevos indicadores obtenidos a partir de la implantación de la metodología RCM.

4.5 Realizar un estudio de costos de la inversión.

Para la implementación del plan de mantenimiento, materia del presente trabajo se determinará el beneficio económico y el retorno de la inversión, esto dependerá tanto por la reducción de las horas perdidas por los equipos críticos, como también los costos por implementación de los mantenimientos preventivos y predictivos, luego se procederá a calcular el beneficio económico donde se determinará si es beneficioso para la empresa.

4.5.1 Beneficios económicos en reducción de horas perdidas.

En la tabla 13 se muestra el beneficio económico debido a la reducción de horas perdidas por las diferentes fallas en los equipos críticos que conforman la línea 1 peletizadora, la diferencia del MTTR inicial y el MTTR en mejora nos dará como resultado ahorro de tiempo, este tiempo ahorrado será multiplicado por el valor de costo de operación que le demanda a la empresa para luego obtener como resultado el ahorro del costo total por año.

Tabla 13: Beneficio debido a la reducción de horas perdidas.

ÍTEM	EQUIPO	MTTR		AHORRO		COSTO
		MTTR	EN	DE	COSTO DE	
		INICIAL	MEJORA	TIEMPO	OPERAC.	
		(horas)	(horas)	(horas)	(US\$/Hr)	(US\$)
1	Rotoflow	0.828	0.276	0.552	15.00	8.28
2	Peletizadora	2.982	0.994	1.988	15.00	29.82
3	post Acondicionador	1.171	0.390	0.781	15.00	11.71
4	Secador	2.555	0.852	1.703	15.00	25.55
5	Tren Vapor Secador	5.500	1.833	3.667	15.00	55.00
6	Tablero Eléctrico de Fuerza	0.665	0.222	0.443	15.00	6.65
7	Acondicionadores	2.330	0.777	1.553	15.00	23.30
8	Tablero Eléctrico de Control	2.360	0.787	1.573	15.00	23.60
9	Esclusa ingreso Post	8.000	2.666	5.334	15.00	80.00
10	Rastra descarga secador	0.807	0.269	0.538	15.00	8.07

11	Ventilador Enfriador	3.290	1.097	2.193	15.00	32.90
12	Zaranda	2.134	0.711	1.423	15.00	21.34
13	Elevador PT	0.330	0.110	0.220	15.00	3.30
14	Acondicionadores	9.750	3.250	6.500	15.00	97.50
15	Magnetizador	1.670	0.557	1.113	15.00	16.70
16	Enfriador	2.750	0.917	1.833	15.00	27.50
17	Distribuidor Rotativo	3.050	1.017	2.033	15.00	30.50
TOTAL:		50.171	16.722	33.449	15.00	501.74

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro de indicadores mensuales de la línea 1:

Número de fallas totales: 58; por lo tanto, el Beneficio Económico y ahorro por disminución de fallas es:

$$501.74 \frac{\text{US\$}}{\text{falla}} * 58 \text{ fallas} = 29100.00 \frac{\text{US\$}}{6 \text{ meses}} * \frac{12 \text{ meses}}{\text{US\$}} = 58201.84 \text{ US\$/año.}$$

4.5.2 Costos por la implementación del Mantenimiento predictivo.

En la tabla 14 se muestra los costos por la implantación del mantenimiento predictivo basado en la metodología RCM en los equipos críticos de la línea 1 de peletizado, para lo cual se toman cuatro tipos acciones que serán analizados con la respectiva instrumentación, obteniendo como resultado un costo de 2940 US\$/año.

Tabla 14: Costos en mantenimiento predictivo en equipos de peletizadora.

Acción	Frecuencia (veces/año)	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$/año)
Trabajos de Alineamiento	12	35.00	420.00
Análisis Vibracional	24	40.00	960.00
Análisis de Termografía	24	35.00	840.00
Análisis de Lubricantes	48	15.00	720.00
Total			2940.00

Fuente: Elaboración propia.

Costo total en mantenimiento predictivo: $2940.00 * 6 \text{ líneas} = 17640.00 \text{ US\$}$.

4.5.3 Costos para la implementación del mantenimiento preventivo.

En la tabla 15 se muestra los costos para la implementación del mantenimiento preventivo basado en la metodología RCM es una parte importante para este presente trabajo ya que va a determinar si es beneficioso para la empresa, de ese modo vamos a lograr a determinar el tiempo del retorno de la inversión. Obteniendo un costo total en mantenimiento preventivo: 14690.00 US\$/año.

Tabla 15 Costos en mantenimiento preventivo en la línea 1 de peletizado.

Descripción	Cantidad	Precio unitario (US\$/año)	Precio total (US\$/año)
Eléctrico/Electrónico			
Mantenimiento de estator de ventilador del enfriador de Peletizadora DPAA 660.178	1	200.00	200.00
Mantenimiento de variador de frecuencia De 1ra. cama de secador	3	175.00	525.00
Mantenimiento de sensor de nivel rotativo de post Acondicionador	2	100.00	200.00
Mantenimiento de micro switches y llaves de contacto de Peletizadora DPAA 660.178	3	60.00	180.00
Mantenimiento de motor de accionamiento de compuertas de descarga PELL-01:			
– Rodamientos	8	50.00	400.00
– Colector	4	35.00	140.00
– Mantenimiento de caja de conexiones	4	100.00	400.00
– Linealidad de eje	4	60.00	240.00
– Limpieza y pintura.	4	35.00	140.00
Ventiladores de enfriador de Peletizadora DPAA 660.178			
Mantenimiento de paletas de ventilador	2	500.00	1000.00
Balanceo dinámico de rotores	2	200.00	400.00
Rodamientos	4	180.00	720.00
Sellos mecánicos	4	80.00	320.00
Lubricación (grasa)	4	100.00	400.00
Transmisión de potencia			
Mantenimiento de reductores de conductores a Tolvas			
Aceite para engranajes 80W90 (20 Litros)	30	50.50	1515.00

Mantenimiento de engranajes de reductor	3	150.00	450.00
Rodamientos de reductores	6	175.00	1050.00
Sellos mecánicos	6	60.00	360.00
Conductores y Cangilones			
Mantenimiento de catalinas de transmisión	2	850.00	1700.00
Mantenimiento de reductor de velocidad	2	800.00	1600.00
Mantenimiento de cangilones de distribuidor	1	1750.00	1750.00
Mantenimiento de piso de distribuidor	1	1000.00	1000.00
TOTAL:			14690.00

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4 Beneficio útil:

El beneficio útil es obtenido a partir del ahorro en horas perdidas que se obtuvo un valor de 58 201.84 USD/año y la diferencia entre la suma de costos por el mantenimiento predictivo por un valor de 17 640.00 USD/año y mantenimiento preventivo por un valor de 14 690.00 USD/año, luego de realizar el cálculo del beneficio útil donde se obtuvo un valor de 25 871.84 USD/año

En la tabla 16 se muestra el resumen de los costos en mantenimiento, para determinar en beneficio económico de la empresa, para poder determinar el beneficio se debe tener en cuenta el ahorro en horas perdidas y por los costos por la implantación del mantenimiento preventivo y predictivo basado en la metodología RCM.

Tabla 16: Resumen de costos en mantenimiento.

Ahorro en horas perdidas	+ 58 201.84 USD/año
Costos predictivos	- 17 640.00 USD/año
Costos preventivos	- 14 690.00 USD/año
Beneficio útil	25 871.84 USD/año

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5 Inversión en activos fijos y tecnología para la implementación del RCM basado en el AMEF:

Para poder realizar un análisis predictivo, se deben utilizar instrumentos de medición como un Vibrómetro, cámara termográfica, alineador láser, estos instrumentos serán adquiridos por la empresa como una inversión inicial.

En la tabla 17 se muestra la inversión del costo total de los activos fijos que la empresa deberá adquirir para la realización del mantenimiento predictivo. Obteniendo un costo de inversión de activos de 18900 US\$/año.

Tabla 17: Inversión en activos fijos

Activos fijos	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Vibrómetro PCE-VD 3	1	8000.00	8000.00
Cámara termográfica PCE-TC 31.	1	5000.00	5000.00
Equipo de alineamiento láser	1	3000.00	3000.00
Horno para secado de rotores y estatores	1	2000.00	2000.00
Instrucción al personal	6	150	900.00
Costo total			18900.00

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6 Retorno operacional de la inversión (R.O.I) y beneficio/costo (B/C):

Para calcular el retorno de la inversión es necesario tener en consideración la inversión inicial para implementación de la metodología RCM, para luego dividirla entre el beneficio útil de este modo podemos obtener el retorno de la inversión y para hallar el beneficio/costo es la división inversa como se indica a continuación:

$$R.O.I = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Beneficio útil}}$$

$$R.O.I = \frac{18\,900 \text{ USD}}{25\,871.84 \text{ USD/año}}$$

$$R.O.I = 0.7305 \text{ años} \approx 9 \text{ meses}$$

$$B/C = \frac{\text{Beneficio útil}}{\text{Inversión inicial}}$$

$$B/C = \frac{25\,871.84 \text{ USD/año}}{18\,900 \text{ USD}}$$

$$B/C = 1.36$$

Se obtiene un beneficio costo de 1.36 para la implementación del RCM.

V. DISCUSIÓN

5.1.- Evaluación de las condiciones iniciales

Se analizó que, para el cálculo de los indicadores iniciales de la disponibilidad, se obtuvo un 84.74% y confiabilidad de un 96.07%, para ello se necesitó la data del número de fallas, horas de paradas, horas de operación, las ecuaciones de la disponibilidad, confiabilidad, MTBF Y MTTR.

A manera de contrastar los resultados con referentes al presente tema, se realiza el debate correspondiente con los antecedentes considerados en la tesis de investigación (Torres Raymundo, 2017), el autor implementó un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad del chancador cónico 60"x113", al inicio encontró una disponibilidad mecánica de 88.91% entre el periodo julio 2015 a junio 2016. En confrontación a ello, en la presente tesis se opta por la técnica del análisis directo de los reportes u hojas de trabajo de los operadores en los que se muestran la cantidad de paralizaciones y fallas de la línea 1 de peletizado reales para establecer bases sólidas del cálculo de indicadores de disponibilidad y confiabilidad del plan de mantenimiento.

5.2.- Realizar el análisis de criticidad

Se determinó que para realizar el análisis de criticidad se necesita elaborar la tabla de clasificación de riesgo con la ecuación de la criticidad, la tabla de matriz de criticidad obteniendo como criticidad alta un valor de 33%, criticidad media obteniendo un valor de 37% y criticidad baja con un valor del 30%, hojas del AMEF y NPR, con la ecuación expresada: $(Gravedad * ocurrencia * detección)$, se obtuvo 6 fallas son inaceptables (66.67%), 2 fallas son reducibles a deseables (22.22%) y 1 falla es aceptable (11.11%).

Comparativamente con la investigación de la tesis (Benavides, 2009), el autor realizó el análisis de criticidad a los equipos de una línea 1, en el cual se obtuvo un 9% de equipos con criticidad A, un 82% con criticidad B y un 9% con criticidad C; los datos obtenidos en la presente tesis son 33%, con criticidad A, 37% con criticidad B y 30% con criticidad C, lo cual refleja que el estado de operaciones de nuestro antecedente era mayormente grave que el de la presente tesis, ya que la sumatoria de críticos más

mediamente críticos es de 91% y en contrastación con esta investigación, solamente es de 67%.

5.3.- Elaboración del plan de mantenimiento preventivo

Se determinó que para realizar en plan de mantenimiento basado en RCM, se necesita los resultados obtenidos del AMEF y NPR previamente evaluados, para la programación de tareas preventivas.

En contrastación con el trabajo encontrado en la literatura (Chávez, 2017), el autor realizó la implementación de un plan de mantenimiento aplicando la herramienta del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), la cual permite optimizar las actividades y frecuencias de mantenimiento en función al análisis de fallos, tiempos medios entre fallos, el ciclo de vida, diagrama de decisiones y confiabilidad de los equipos a estudiar, a pesar que el estudio del antecedente es para un sistema eléctrico de un edificio de entidad del estado; pero válido para la comparación de metodología y pasos a seguir.

5.4.-Determinación de los nuevos indicadores

Se analizó que, para cálculo de los nuevos indicadores de la disponibilidad, se obtuvo el 94.91% y la confiabilidad de 96.51% para ello se necesitó los resultados del NPR en base a reducción deseables y aceptables (33.33%) y las ecuaciones del MTBF obteniendo un total de 312 horas y la ecuación del MTTR obteniendo un total de 16.72 horas.

Por otro lado, en discusión con la tesis de investigación (Cáceres Torres, y otros, 2017), los investigadores realizaron la simulación del procedimiento basado en la metodología RCM para la mejora del mantenimiento de una prensa de rodillos HPGR, simulando el procedimiento de excelencia desarrollado por la industria aeronáutica y obtiene indicadores bajos de disponibilidad 80% y confiabilidad 78% , ya que los equipos son de diferente concepción, precisión y fragilidad; mientras que en la presente investigación, llevando a cabo una técnica apropiada para el rubro, se han obtenido mejoras en los indicadores en el orden de: Disponibilidad de 84.74% a 94.91% y una Confiabilidad de 96.07% a 96.51 %, a todas luces un estudio mejor y más acorde con la realidad de los equipos.

5.5.- Realizar un estudio de costos de la inversión

Se determinó que, para el cálculo de costos de inversión del beneficio útil, se obtuvo US\$ 25 871.84 para ello se necesitó el tiempo de horas perdidas por un valor de US\$ 58 201.84 USD/año, costos por mantenimiento preventivo y predictivo por un valor de US\$ 32330 y los costos de inversión inicial por un valor de US\$ 18 900, obteniendo R.I en 0.73 años que equivale a 9 meses aproximadamente.

Finalmente, debatiendo con la Tesis de investigación (Escalante, 2016), el autor presentó una propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento según la metodología del TPM, se pretende reducir los costos operativos de la empresa y considera una inversión de S/ 38,806.00, para un horizonte de 24 meses con un costo de oportunidad capital de 3%, VAN de s/.196320.39, TIR: 40.17% y el Beneficio/costo de 1.14, logrando reducir los costos operativos a S/. 5,614.34 que equivale a un 56% por mes, mientras que en la presente investigación utilizando la metodología del RCM los costos de inversión inicial ascienden a US\$ 18 900 (S/ 66 160.00) y el beneficio útil corresponde a US\$ 25 871.84 (S/ 90 551.44), que representa una Recuperación Operacional de la Inversión de 0.73 años que equivale un aproximado de 9 meses o beneficio costo de 1.36, bastante cerca al antecedente.

VI. CONCLUSIONES

- En la línea 1 de peletizado según el estudio de las condiciones iniciales, se obtuvo una disponibilidad de 84.74% y una confiabilidad de 96.07%, con un MTBF de 278.57 y MTTR de 50.17 horas en total evaluado en 17 equipos, para esto se tuvo en cuenta la información recopilada tales como: horas de paradas, horas de operación, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación, con estos indicadores encontrados nos servirán para hacer la comparación del antes y después de la implementación basada en la metodología RCM.
- Tras la aplicación del análisis de criticidad, se identificó 9 equipos con fallas críticas de rango A, al 33%, 10 equipos con fallas críticas de rango B, al 37%; y 8 equipos de rango C, al 30%, que se traducen como fallas de alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad, respectivamente, de acuerdo al análisis de modos y efecto de fallos AMEF en ella se lograron determinar la función, la falla funcional, el modo de falla y el efecto de falla de los equipos críticos. Se determinó el número de prioridad de riesgo NPR en la que se obtuvo los riesgos de 6 fallas (66.67%) son indeseables, 2 fallas (22.22%) son reducibles a deseables y 1 falla (11.11%) se considera aceptable.
- Se ha elaborado el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad RCM, de acuerdo al análisis de modo y efecto de fallos AMEF y la clasificación lograda a través del número de prioridad de riesgo NPR de las 9 fallas críticas de la línea 1 peletizado, el programa general de tareas preventivas en un espacio base de 8 meses y se han incluido también directivas respecto tareas de mantenimiento predictivo o preventivo condicional, estableciendo frecuencia de lubricaciones, frecuencia de mediciones de vibraciones, frecuencia de análisis de ultra sonido, alineamiento y ajustes, frecuencia de mediciones de temperatura por termografía y capacitación al personal.
- Se determinó que de acuerdo a las proyecciones según el NPR, en estado de mejora, los nuevos indicadores que abarcan al estudio de todos los equipos referentes de la línea 1 de peletizado, corresponden a una disponibilidad

mínima de 91.53% y una máxima de 99.54, obteniendo una disponibilidad promedio del 94.91% incrementando en 10.17% y una confiabilidad mínima de 89.16% y una máxima de 98.97%, obteniendo un promedio de 96.51% incrementando en 0.44%, resultados que son dependientes del MTBF de 312.02 y MTTR de 16.72 horas en total para los 17 equipos considerados de la línea 1 de peletizado.

- El estudio económico respecto a la implementación del Plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM, se obtuvo un ahorro en horas perdidas de US\$ 58 201.84 USD/año y costos por la implementación del mantenimiento preventivo y predictivo por US\$ 32330, obteniendo un beneficio útil de 25 871.84 US\$/año, además una inversión inicial en equipos de medición de US\$ 18 900.00, lo que representa una recuperación operacional de la inversión (ROI) de 0.7305 años \approx 9 meses, siendo positivo para la empresa.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar el seguimiento correspondiente a la ejecución de actividades de implementación de RCM a fin de garantizar su cumplimiento, comprobación mediante AMEF actualizados por lo menos una vez al año, haciendo énfasis en los equipos críticos de las líneas de peletizado en base a lo estudiado en esta investigación para la línea 1.
- Extender, a manera de propuesta de mejora en base al RCM, a las demás líneas de peletizado y otras áreas de producción de la empresa tales como las líneas de molienda.
- Se recomienda programar capacitaciones y charlas de mantenimiento centrado en la confiabilidad a todo el personal de la empresa y así tener a los colaboradores de la planta de alimento balanceado en La Libertad Trujillo instruidos y concientizados, para poder mejorar la disponibilidad de los equipos y establecer planes de mejora continua.
- Se recomienda evaluar constantemente las fallas críticas, utilizando las herramientas de mantenimiento predictivo solicitadas en la presente investigación, de tal manera que sea posible siempre poder mejorar en el desempeño de las tareas de mantenimiento. De esta forma, se podrán evitar las paradas inesperadas, tiempos perdidos por mantenimiento altos costos por cambio y/o reparaciones de fallas en los equipos de peletizadoras que, como se ha indicado, son relevantes en las inversiones de la empresa.
- Finalmente, se recomienda tener siempre actualizado el historial de los equipos y alimentar constantemente los eventos y recurrencia de repuestos en el software SAP de mantenimiento que tiene la empresa, ello será también un aporte para la reducción de los costos de mantenimiento.

REFERENCIAS

Bibliografía

Ávila García , Andrés y Escorcía Yepes, José; 2012. *Diseño de plan de mantenimiento preventivo y correctivo programado para equipos de remoción de tierra en la arismendy andrade y cia ltda.* colombia-2012.

Unzueta-Aranguren, G., Goti-Elordi, A., Garitano-Aranda, J., & Sánchez-Ganchegui, I. (2014). Aplicación de un sistema de gestión del mantenimiento basado en un RCM adaptado. DYNA-Ingeniería e Industrial, 89(3).

Fynn, C., Basson, M., Sinkoff, S., Nadeau, R., & Moubrey, A. (2007). Applicability of reliability-centered maintenance in the water industry. American Water Works Association.

Goti. (2008). *Bases de Gestión de Mantenimiento*, Ingeniería Industrial.c.

Cáceres Torres, Raúl & Pérez Negreiros, Raúl (2017). *Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para la mejora del mantenimiento de una prensa de rodillos HPGR.* PERÚ : s.n., 2017.

CEN (European Committee for Standardization 2002). *EN 13306:2001, 2001. Maintenance* . Brussels : s.n., 2002.

Calderón Gallo, M., (2016). Implementación de un Sistema productivo total para mejorar la eficiencia global de equipos (OEE) para la producción de pimienta piquillo en la empresa agroindustrial DANPER Trujillo S.A.C. Libertad, Universidad Nacional DE Trujillo.

Chávez. 2018. La causa raíz en el mantenimiento-2018.

ONU ACUICULTURA, AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN (2012). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y acuicultura-2012.

Chávez, Bolaños (2012). *Análisis causa raíz a bombas hidráulicas.* 2012.

Chiroque (2017). *Utilización de elementos finitos para prevenir fallas mecánicas en máquinas rotativas.* 2017.

Aguilar., & Camacho., (2008). Influencia del diseño e implementación de un plan mantenimiento centrado en la confiabilidad en la reducción, control de fallas y optimización de costos en el área de elaboración de azúcar en el complejo agroindustrial Cartavio S.A.A.

Escalante, Moises Suarez (2016). *Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento Según Enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para Reducir los Costos Operativos de la Empresa Serfriman EIRL.* Trujillo : s.n., 2016.

González Fernández, Fransisco Javier (2010). *Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestión*. 2010.

ISO. (2016). Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. *ISO 14224:2016*. USA, USA : International Organization for Standardization, 2016. pág. 272.

Moncada (2012). *Análisis de vibraciones - Mantenimienrto Predictivo*. 2012.

Mora, Luis Alberto (2000). *Mantenimiento - planeación, ejecución y control*. s.l. : AlfaOmega, 2000.

Salazar Saldaña, L. S. (2019). Mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la

Parra Márquez, Carlos y Crespo Márquez, Adolfo (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*. Sevilla-España : INGEMAN, 2012. 978-84-95499-67-7.

Producción, comercialización y perspectivas de desarrollo de la acuicultura peruana. Baltazar Guerrero, Paul, Palacios León, Jacqueline y Mina Valdivia, Lorenzo (2014). Revista Científica 11 (2) - Universidad Científica de Sur, págs. 118 - 133.

Ramon Reynoso, Giancarlo Gerald (2015). *Aplicación de metodología de RCM para el incremento de disponibilidad de chancadora HP- 500 en la Compañía Minera Volcan-Chungar*. Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.

Rojas (2018). *Sistema de detección de fallas para bombas centrífugas, basado en el método de análisis vibracional y alineamiento de ejes*. 2018.

Torres Raymundo, Ángel Miguel(2017). *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la chancadora 60"x113" de minera chinalco*. huancayo-perú : s.n., 2017.

Céspedes Hernández, M. (2016). Contribución al mejoramiento del mantenimiento en la residencia estudiantil de la Sede Central de la UCLV (Doctoral dissertación, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial).

Castro Valdiviezo, C. F. (2017). Mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la confiabilidad de los equipos de alquiler Caterpillar de la empresa Unimaqsa-2017.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Variable	Indicador	Definición de Conceptual	Definición operacional	Escala de medición
Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad		Se define como un conjunto de actividades o tareas con el propósito de optimizar el buen funcionamiento de los equipos o componentes	Se desarrollan a partir de las metas planteadas, llevando un control de operación a través de formatos.	Nominal
Disponibilidad de la línea 1 de peletizado	Disponibilidad $\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$	Objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado.	Este indicador es muy importante, es la división entre el tiempo total disponible para producir y el tiempo total de paradas.	Razón
	Confiabilidad $e^{\frac{-\lambda * TTP}{100}} * 100$	La probabilidad de reestablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados	Es la capacidad de un activo para poder realizar un trabajo en un tiempo determinado.	Razón

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS 1

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

ITEM	CRITERIOS DE EVALUACIÓN						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse una tabla por favor indique)
	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Cantidad ³		
	Si	No	Si	No	Si	No	
1	X		X		X		
2	X		X		X		
3	X		X		X		
4							
Aspectos generales						Si	No
Los instrumentos contiene instrucciones claras y precisas para el correcto llenado de parámetros.						X	
Los items permiten lograr la obtención de data importante para la investigación.						X	
Los items son suficientes para la recolección de información. En caso sea la respuesta negativa sugiera añadir items.						X	
VALIDEZ							
APLICABLE				X		NO APICABLE	
APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES							

¹ Corresponde al concepto teórico formulado de las variables y/o dimensiones.

² Los items están apropiados para representar los indicadores y variables.

³ No se encuentra ninguna dificultad para el llenado de los cuadros siendo conciso, exacto y directo.

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Apellidos y nombres: Alayo Miguel Raúl Fernando

Profesión: Ing. Mecánico Electricista

Especialidad: Mecánico

R. F. Alayo Miguel
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
R. CIP N° 197083

Firma del experto.

C.I.P.: 197083

ANEXO 3

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS 2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO							
ITEM	CRITERIOS DE EVALUACIÓN						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse una tabla por favor indique)
	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Cantidad ³		
	Si	No	Si	No	Si	No	
1	X		X		X		
2	X		X		X		
3	X		X		X		
4							
Aspectos generales					Si	No	
Los instrumentos contiene instrucciones claras y precisas para el correcto llenado de parámetros.					X		
Los items permiten lograr la obtención de data importante para la investigación					X		
Los items son suficientes para la recolección de información. En caso sea la respuesta negativa sugiera añadir items.					X		
VALIDEZ							
APLICABLE				X	NO APICABLE		
APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES							

¹ Corresponde al concepto teórico formulado de las variables y/o dimensiones.

² Los items están apropiados para representar los indicadores y variables.

³ No se encuentra ninguna dificultad para el llenado de los cuadros siendo conciso, exacto y directo.

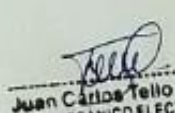
DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Apellidos y nombres: TELLO VIDARTE JUAN CARLOS,

Profesión: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA,

Especialidad: INGENIERO MECANICO.

Firma del experto.
C.I.P.


Juan Carlos Tello Vidarte
 Ing. MECANICO ELECTRICISTA
 R.C.I.P. N° 225131

ANEXO 4

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS 3

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

ITEM	CRITERIOS DE EVALUACIÓN						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse una tabla por favor indique)
	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Cantidad ³		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	X		X		X		
2	X		X		X		
3	X		X		X		
4							
Aspectos generales					Sí	No	
Los instrumentos contiene instrucciones claras y precisas para el correcto llenado de parámetros.					X		
Los ítems permiten lograr la obtención de data importante para la investigación.					X		
Los ítems son suficientes para la recolección de información. En caso sea la respuesta negativa sugiera añadir ítems.					X		
VALIDEZ							
APLICABLE				X	NO APLICABLE		
APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES							

¹ Corresponde al concepto teórico formulado de las variables y/o dimensiones.

² Los ítems están apropiados para representar los indicadores y variables.

³ No se encuentra ninguna dificultad para el llenado de los cuadros siendo conciso, exacto y directo.

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Apellidos y nombres: LUZURIAGA, NAGAKI FELIX EMILIO

Profesión: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Especialidad: ELECTRICISTA M.T

Felix Emilio Luzuriaga Nagaki
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
R.C.I.P. N° 189660

Firma del experto.

C.I.P.: 189660

ANEXO 5:

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y MATRIZ DE CRITICIDAD.

Frecuencia de fallas	
Elevado mayor a 40 fallas/año	4
Promedio 20-40 fallas/año	3
Buena 10-20 fallas/año	2
Excelente menos de 10 fallas/año	1

Impacto Operacional	
Parada total del equipo	10
Parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistema	7-9
Impacta a niveles de producción o calidad	5-6
Repercute en costos operacionales asociado a disponibilidad	2-4
No genera ningún efecto significativo	1

Flexibilidad Operacional	
No existe opción igual o equipo similar de repuesto	4
El equipo puede seguir funcionando	2-3
Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)	1

Costo de mantenimiento	
Mayor o igual a US\$ 400 (incluye repuestos)	2
Inferior a US\$ 400 (incluye repuestos)	1

Impacto a Seguridad Ambiente e Higiene	
Accidente catastrófico	8
Accidente mayor serio	6-7
Accidente menor e incidente menor	4-5
Cuasiaccidente o incidente menor	2-3
Desvío	1
No provoca ningún tipo de riesgo	0

Fuente: (Améndola, 2018)

ANEXO 6:

MATRIZ DE CRITICIDAD

En la siguiente Gráfica, “Matriz de Criticidad” se muestra la intersección de la consecuencia y la frecuencia de falla ponderada dando como resultado una falla media crítica para el elemento.

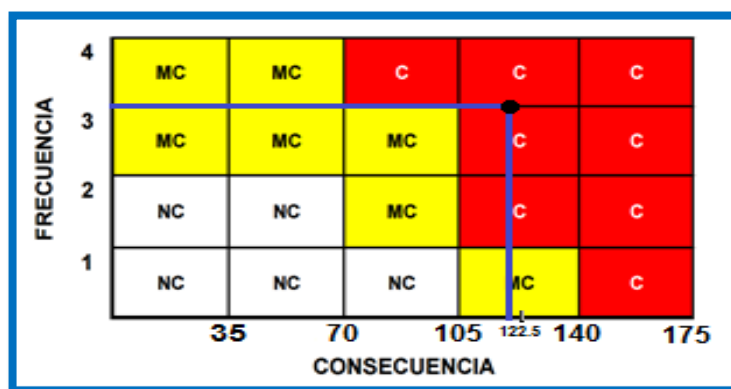


Figura - Intersección de la falla según la frecuencia y la consecuencia.
Fuente: Carlos Parra & Adolfo Márquez, 2018

ANEXO 7:

TABLA DE CRITERIO DE EVALUACIÓN PARA EL ANALISIS DE CRITICIDAD.

Probabilidad	Criterio
5	El equipo podría tener más de 6 fallas al mes.
4	El equipo podría tener 4 a 6 fallas al mes.
3	El equipo podría tener 2 a 3 fallas al mes.
2	El equipo podría tener 1 falla al mes.
1	El equipo podría tener 1 falla en un periodo mayor a un mes.

Elaboración propia.

ANEXO 08:

CRITERIOS PARA EVALUACIÓN DEL NPR.

Gravedad	
Descripción	Puntaje
Imperceptible	1
Escasa, falla menor	2-3
Baja, fallo inminente	4-5
Media, fallo pero no para el sistema	6-7
Elevada, falla crítica	8-9
Muy elevada, con problemas de seguridad, no conformidad	10

Detección	
Descripción	Puntaje
Obvia	1
Escasa	2-3
Moderada	4-5
Frecuente	6-7
Elevada	8-9
Muy elevada	10

Ocurrencia	
Descripción	Puntaje
1 falla en más de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2-3
1 falla cada 1 año	4-5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6-7
1 falla entre 1 a 6 meses	8-9
1 falla al mes	10

Las características de análisis del NPR (Número de Prioridad de Riesgo):

$\text{NPR} > 200$ Fallas Inaceptables (I).

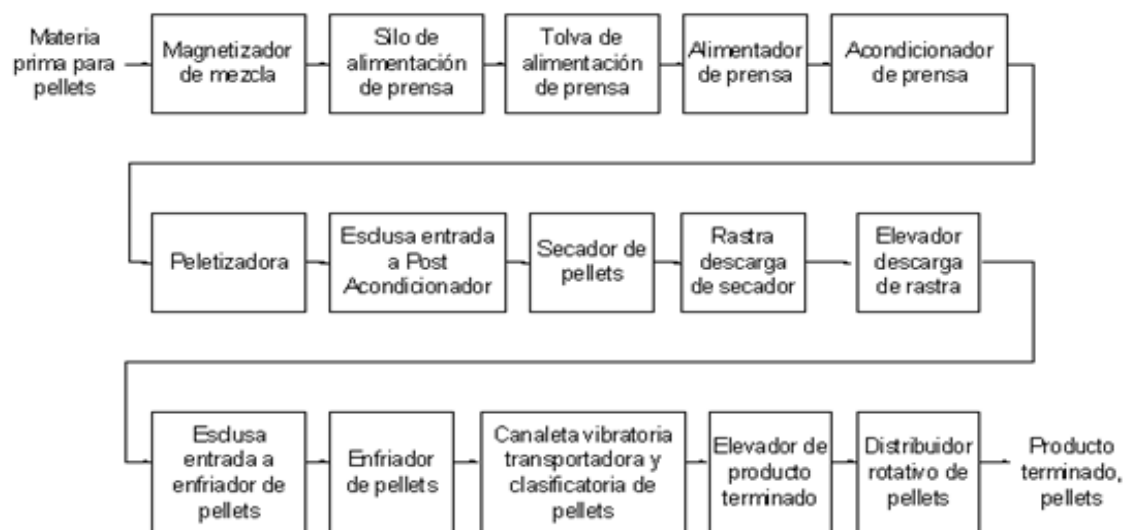
$125 < \text{NPR} \leq 200$ Fallas reducibles deseables (R).

$\text{NPR} \leq 125$ Fallas Aceptables (A).

Fuente: (Améndola, 2018)

ANEXO 09:

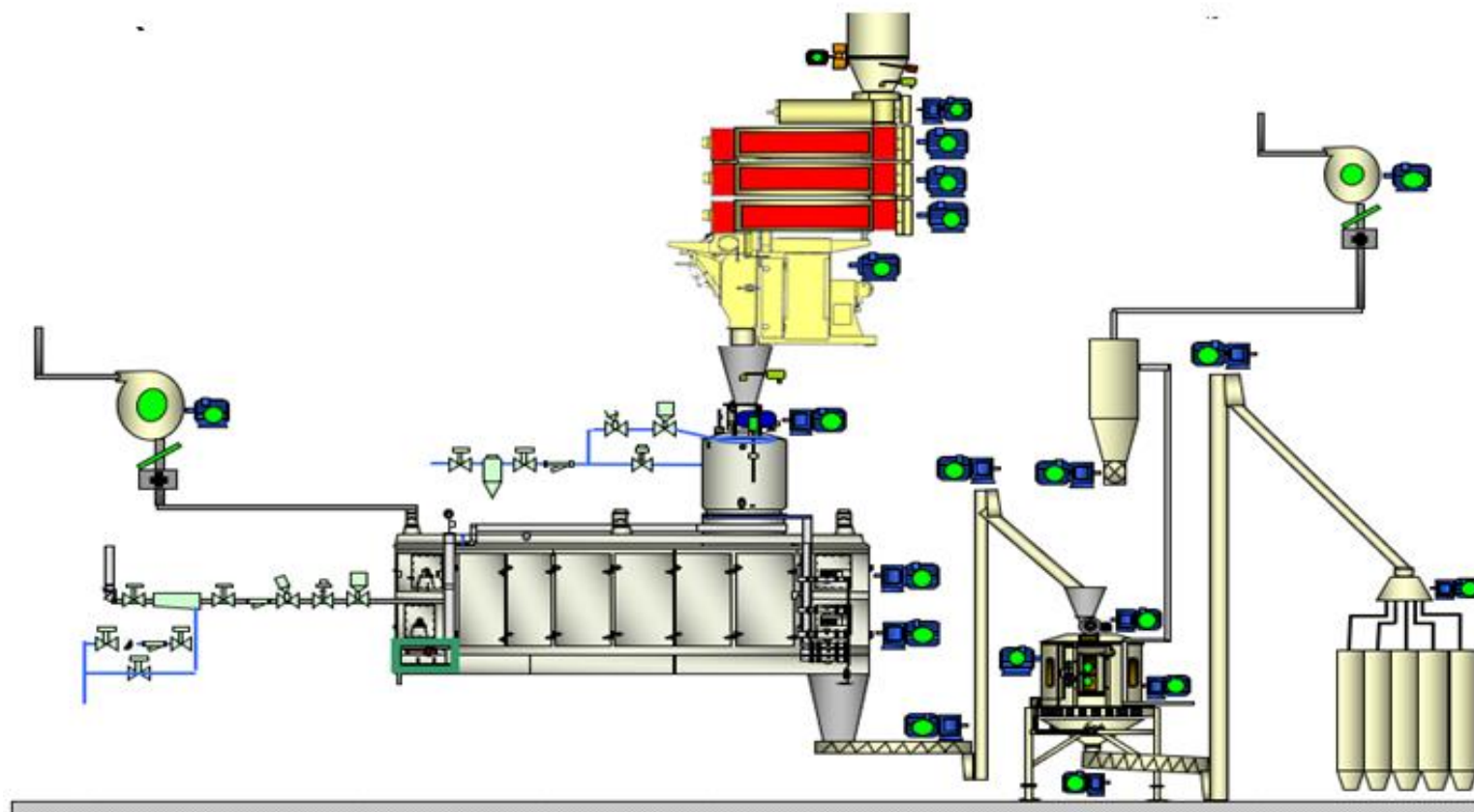
FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE LA LÍNEA 1 DE PELETIZADO.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 10:

LÍNEA 1 DE PELETIZADO.



Fuente: Planta de alimento balanceado.

ANEXO 11:

TAREAS PROPUESTAS POR EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

TAREAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MEJORA														
LA LIBERTAD TRUJILLO														
Área: PELETIZADO							RESPONSABLE:							
Línea: 1							FECHA: TURNO:							
Marcar los casilleros de la derecha que describan la condición de los componentes mostrados en la columna de la izquierda	OK	REQUIERE LUBRICACIÓN	REQUIERE AJUSTE	ANÁLISIS ULTRASONIDO	REQUIERE LIMPIEZA	ANÁLISIS VIBRACIONAL	PRESENTA DESGASTE	ALINEAMIENTO	RUIDO EXTRAÑO	ANÁLISIS TERMOGRÁFICO	CAPACITACIÓN AL PERSONAL	REQUIERE CALIBRACIÓN	VER COMENTARIOS ADICIONALES	N° DE AVISO - M1
1.- Rotoflow														
2.- Peletizadora														
3.- Post Acondicionador														
4.- Secador														
5.- Tren Vapor Secador														
6.-Tablero eléctrico de fuerza														
7.- Tren Vapor Acondicionadores														
8.- Tren Vapor Post Acondicionador														
9.- Tablero eléctrico de control														

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 12:

Hoja de reportes de inspecciones

REPORTES DE INSPECCIONES

PLANTA:		ÁREA	ENCARGADO:	FECHA:
N° REPORTE	N° EQUIPO	DESCRIPCIÓN	FALLA DETECTADA	OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 13:

HOJA DE INSPECCION DE REPORTES DE OPERADOR

REPORTE DE INSPECCIONES DE OPERADOR

N° DE LÍNEA:

MANTENIMIENTO PLANTA PELETIZADORA

Reporte para ser llenado por el operador de turno sobre fallas o anomalías en los equipos durante el proceso productivo.

ÍTEM	NOMBRE DE EQUIPO	FALLA DETECTADA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	RESPONSABLE DEL REPORTE	OBSERVACIONES	HORA	FECHA
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 14

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

LUGAR:	Línea 1 de peletizado	REPORTE DE EVENTOS DE FALLAS								
Denominación	Descripción	Equipo	Denominación del equipo	Ini Avería	H. IniAver	Fin Avería	H.Fin Aver	Un.	Dur. Parada	Problema
Peletizado 1	VARIADOR DE 1ERA CAMA DE SECADOR	66669	3.4 P1 Secador	06.01.2020	07:00:00	06.01.2020	12:20:00	H	5.2	ELECTRIC
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			07.01.2020	07:00:00	07.01.2020	14:00:00	H	7	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			07.01.2020	06:20:00	07.01.2020	07:00:00	H	0.67	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			08.01.2020	12:00:00	08.01.2020	15:00:00	H	3	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			08.01.2020	15:00:00	08.01.2020	19:00:00	H	4	
Peletizado 1	AJUSTE Y LUBRICACION DE RODILLOS.			09.12.2019	04:00:00	09.12.2019	05:10:00	H	1.17	
Peletizado 1	LIMPIEZA DE PRENSA Y LUBRICACION			13.12.2019	17:20:00	13.12.2019	17:45:00	H	0.42	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			09.01.2020	15:00:00	09.01.2020	17:30:00	H	2.5	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			09.01.2020	08:30:00	09.01.2020	15:00:00	H	6.5	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCION			26.12.2019	07:00:00	27.12.2019	07:00:00	H	24	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIION			03.12.2019	17:30:00	04.12.2019	01:30:00	H	8	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCION			31.12.2019	07:00:00	01.01.2020	07:00:00	H	24	
Peletizado 1	FALLA DE VARIADOR	66669	3.4 P1 Secador	06.01.2020	03:50:00	06.01.2020	07:00:00	H	3.17	ELECTRIC
Peletizado 1	FALLA DE VARIADOR	66669	3.4 P1 Secador	05.01.2020	23:00:00	05.01.2020	23:59:59	H	1	ELECTRIC
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			06.01.2020	15:00:00	06.01.2020	16:00:00	H	1	
Peletizado 1	TOLVA DE REPROCESO LLENA.			10.01.2020	07:40:00	10.01.2020	10:40:00	H	3	
Peletizado 1	REVISION DE POST			10.01.2020	05:40:00	10.01.2020	06:10:00	H	0.5	
Peletizado 1	ATORO DE TUBERIA			05.01.2020	20:00:00	05.01.2020	22:20:00	H	2.33	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACIAS			06.01.2020	16:00:00	06.01.2020	17:50:00	H	1.83	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA			04.01.2020	07:00:00	05.01.2020	07:00:00	H	24	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA			01.01.2020	07:00:00	02.01.2020	07:00:00	H	24	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA			02.01.2020	07:00:00	03.01.2020	07:00:00	H	24	

Fuente: Planta de alimento balanceado.

ANEXO 15

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA			03.01.2020	07:00:00	04.01.2020	07:00:00	H	24	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			05.01.2020	07:00:00	05.01.2020	15:00:00	H	8	
Peletizado 1	LUBRICACIÓN DE RODILLOS			11.01.2020	07:30:00	11.01.2020	07:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	PARADA POR TOLVA LLENA DE REPROCESO			11.01.2020	07:50:00	11.01.2020	10:50:00	H	3	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA			10.01.2020	23:00:00	11.01.2020	00:20:00	H	1.33	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA			10.01.2020	20:40:00	10.01.2020	23:00:00	H	2.33	
Peletizado 1	LUBRICACION Y LIMPIEZA DE PRENSA.			12.01.2020	01:10:00	12.01.2020	01:30:00	H	0.33	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			12.01.2020	20:10:00	12.01.2020	20:30:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			12.01.2020	15:00:00	12.01.2020	18:00:00	H	3	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA			12.01.2020	08:20:00	12.01.2020	15:00:00	H	6.67	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA			13.01.2020	07:30:00	13.01.2020	07:30:00	H	0	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			14.01.2020	07:00:00	14.01.2020	09:25:00	H	2.42	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA			15.01.2020	07:40:00	15.01.2020	12:50:00	H	5.17	
Peletizado 1	CAMBIO DE MOLDE			15.01.2020	16:00:00	15.01.2020	21:00:00	H	5	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA			16.01.2020	11:20:00	16.01.2020	15:00:00	H	3.67	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			17.01.2020	15:00:00	17.01.2020	16:10:00	H	1.17	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA			17.01.2020	09:10:00	17.01.2020	15:00:00	H	5.83	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA			14.01.2020	16:40:00	14.01.2020	20:40:00	H	4	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			18.01.2020	15:00:00	18.01.2020	16:20:00	H	1.33	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			17.01.2020	21:00:00	17.01.2020	23:00:00	H	2	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			17.01.2020	23:00:00	18.01.2020	01:00:00	H	2	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA			18.01.2020	07:00:00	18.01.2020	15:00:00	H	8	
Peletizado 1	SENSOR ROTATIVO DE POST.	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	19.01.2020	15:00:00	19.01.2020	17:00:00	H	2	ELECTRIC
Peletizado 1	CAMBIO DE FORMATO			19.01.2020	17:00:00	19.01.2020	19:40:00	H	2.67	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA			19.01.2020	22:25:00	19.01.2020	23:00:00	H	0.58	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			21.01.2020	00:50:00	21.01.2020	01:40:00	H	0.83	
Peletizado 1	LIMPIEZA DE LÍNEA			20.01.2020	07:00:00	20.01.2020	11:00:00	H	4	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACIAS	68466	P5 Ventilador de Enfriador	21.01.2020	16:40:00	21.01.2020	23:00:00	H	6.33	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			21.01.2020	08:10:00	21.01.2020	08:50:00	H	0.67	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			22.01.2020	05:55:00	22.01.2020	07:00:00	H	1.08	
Peletizado 1	REVISIÓN DE LÍNEA			22.01.2020	08:00:00	22.01.2020	09:00:00	H	1	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			22.01.2020	07:00:00	22.01.2020	08:00:00	H	1	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			21.01.2020	23:00:00	22.01.2020	00:35:00	H	1.58	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			23.01.2020	02:30:00	23.01.2020	07:00:00	H	4.5	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			23.01.2020	07:00:00	23.01.2020	10:00:00	H	3	

Fuente: Planta de alimento balanceado

ANEXO 16

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			24.01.2020	08:30:00	24.01.2020	08:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALLA MECÁNICA	9856	5.5 P1 Canaleta Vibratoria	25.01.2020	07:35:00	25.01.2020	10:20:00	H	2.75	MECANICA
Peletizado 1	ATORO DE LINEA			25.01.2020	02:00:00	25.01.2020	02:00:00	H	0	
Peletizado 1	FALLA MECÁNICA	9856	5.5 P1 Canaleta Vibratoria	26.01.2020	20:45:00	26.01.2020	23:00:00	H	2.25	MECANICA
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS	91366	P5 Esclusa Entrada a Enfriador	25.01.2020	23:00:00	26.01.2020	07:00:00	H	8	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACIAS			26.01.2020	07:00:00	26.01.2020	15:00:00	H	8	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACIAS			26.01.2020	15:00:00	26.01.2020	17:10:00	H	2.17	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			25.01.2020	15:40:00	25.01.2020	23:00:00	H	7.33	
Peletizado 1	FALLA MECÁNICA	9856	5.5 P1 Canaleta Vibratoria	26.01.2020	23:00:00	27.01.2020	00:45:00	H	1.75	MECANICA
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			27.01.2020	05:50:00	27.01.2020	06:20:00	H	0.5	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			27.01.2020	21:55:00	27.01.2020	23:00:00	H	1.08	
Peletizado 1	LUBRICACIÓN DE RODILLOS			28.01.2020	11:00:00	28.01.2020	11:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			27.01.2020	23:00:00	28.01.2020	06:20:00	H	7.33	
Peletizado 1	FALLA MECÁNICA	66669	3.4 P1 Secador	29.01.2020	09:30:00	29.01.2020	15:00:00	H	5.5	MECANICA
Peletizado 1	TUBERIA DE RADIADOR PICADA	66674	4.1 P1 Sistema de Vapor	29.01.2020	15:00:00	29.01.2020	16:00:00	H	1	INSTALAC
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			29.01.2020	04:20:00	29.01.2020	04:40:00	H	0.33	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA			19.01.2020	23:00:00	20.01.2020	07:00:00	H	8	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			16.01.2020	15:00:00	16.01.2020	16:20:00	H	1.33	
Peletizado 1	Fuga de vapor radiador secador prensa 1	66669	3.4 P1 Secador	24.02.2020	14:23:43		00:00:00	H	0	INSTALAC
Peletizado 1	LUBRICACIÓN DE RODILLOS			30.01.2020	09:40:00	30.01.2020	10:10:00	H	0.5	
Peletizado 1	FALTA DE MEZCLA POR FALLA DE EQUIPO			31.01.2020	15:00:00	31.01.2020	23:00:00	H	8	
Peletizado 1	FALTA DE MEZCLA			31.01.2020	09:20:00	31.01.2020	15:00:00	H	5.67	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			01.02.2020	07:00:00	01.02.2020	08:30:00	H	1.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			02.02.2020	15:30:00	02.02.2020	15:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			02.02.2020	19:40:00	02.02.2020	23:00:00	H	3.33	
Peletizado 1	FALLA ELÉCTRICA	9837	2.4 Acondicionadores 3	03.02.2020	09:40:00	03.02.2020	10:40:00	H	1	ELECTRIC
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			01.02.2020	02:00:00	01.02.2020	03:00:00	H	1	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			03.02.2020	07:20:00	03.02.2020	09:40:00	H	2.33	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			01.02.2020	05:50:00	01.02.2020	07:00:00	H	1.17	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			02.02.2020	23:00:00	03.02.2020	04:20:00	H	5.33	
Peletizado 1	FALLA MECÁNICA	9856	5.5 P1 Canaleta Vibratoria	01.02.2020	22:35:00	01.02.2020	23:00:00	H	0.42	MECANICA
Peletizado 1	FALLA MECÁNICA	9856	5.5 P1 Canaleta Vibratoria	01.02.2020	23:00:00	02.02.2020	00:00:01	H	1	MECANICA
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			04.02.2020	09:00:00	04.02.2020	09:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			03.02.2020	21:35:00	03.02.2020	22:20:00	H	0.75	
Peletizado 1	ZARANDA PRENSA 1	9856	5.5 P1 Canaleta Vibratoria	04.02.2020	23:00:00	05.02.2020	01:30:00	H	2.5	MECANICA

Fuente: Planta de alimento balanceado.

ANEXO 17

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			05.02.2020	17:50:00	05.02.2020	18:10:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			06.02.2020	18:00:00	06.02.2020	18:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	ROTURA PERNOS PUERTA MANUAL DE DE	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	06.02.2020	01:10:00	06.02.2020	02:10:00	H	1	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			07.02.2020	11:15:00	07.02.2020	11:35:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			08.02.2020	11:50:00	08.02.2020	12:10:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			08.02.2020	00:40:00	08.02.2020	01:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	CAMBIO DE CODIGO	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	08.02.2020	18:50:00	08.02.2020	19:50:00	H	1	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			09.02.2020	10:40:00	09.02.2020	10:40:00	H	0	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION PRENSA 1	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	09.02.2020	23:15:00	09.02.2020	23:35:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			10.02.2020	10:40:00	10.02.2020	11:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			10.02.2020	23:20:00	10.02.2020	23:40:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	11.02.2020	16:30:00	11.02.2020	16:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	revion de la p100 del acondicionador p1	1265	1.9 P1 Acondicionadores	02.05.2020	17:21:49		00:00:00	H	0	INSTRUME
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			12.02.2020	09:00:00	12.02.2020	09:25:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	12.02.2020	21:00:00	12.02.2020	21:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES			12.02.2020	13:00:00	12.02.2020	13:30:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			13.02.2020	10:00:00	13.02.2020	10:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	13.02.2020	22:10:00	13.02.2020	22:30:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			14.02.2020	16:10:00	14.02.2020	16:30:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	15.02.2020	02:50:00	15.02.2020	03:10:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			16.02.2020	22:00:00	16.02.2020	22:45:00	H	0.75	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	16.02.2020	07:40:00	16.02.2020	08:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			17.02.2020	15:20:00	17.02.2020	15:40:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	17.02.2020	10:05:00	17.02.2020	10:30:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			18.02.2020	02:20:00	18.02.2020	02:45:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	18.02.2020	14:10:00	18.02.2020	14:35:00	H	0.42	
Peletizado 1	REVISIÓN DE POST			15.02.2020	16:20:00	15.02.2020	17:30:00	H	1.17	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			19.02.2020	03:00:00	19.02.2020	03:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	19.02.2020	11:30:00	19.02.2020	11:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALLA MECÁNICA	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	20.02.2020	16:50:00	20.02.2020	18:00:00	H	1.17	MECANICA
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			20.02.2020	03:50:00	20.02.2020	04:10:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	21.02.2020	07:55:00	21.02.2020	08:15:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	38246	P5 Elevador de Producto Termina	21.02.2020	23:00:00	21.02.2020	23:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	22.02.2020	08:00:00	22.02.2020	08:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			23.02.2020	01:00:00	23.02.2020	01:20:00	H	0.33	

Fuente: Planta de alimento balanceado.

ANEXO 18

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	38939	P5 Tableros Electricos	10.03.2020	09:25:00	10.03.2020	09:45:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			11.03.2020	10:10:00	11.03.2020	10:30:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			12.03.2020	09:50:00	12.03.2020	10:10:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			13.03.2020	10:20:00	13.03.2020	10:40:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			14.03.2020	17:40:00	14.03.2020	18:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			13.03.2020	19:30:00	13.03.2020	23:00:00	H	3.5	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			13.03.2020	23:00:00	14.03.2020	00:30:00	H	1.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	68466	P5 Ventilador de Enfriador	15.03.2020	11:10:00	15.03.2020	11:25:00	H	0.25	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			16.03.2020	18:20:00	16.03.2020	18:50:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			17.03.2020	15:30:00	17.03.2020	16:00:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			18.03.2020	01:00:00	18.03.2020	01:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			19.03.2020	08:20:00	19.03.2020	08:45:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			18.03.2020	18:00:00	18.03.2020	18:30:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			20.03.2020	12:40:00	20.03.2020	13:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	corte de energia			19.03.2020	20:00:00	19.03.2020	23:00:00	H	3	
Peletizado 1	corte de energia			19.03.2020	23:00:00	19.03.2020	23:40:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			21.03.2020	11:15:00	21.03.2020	11:35:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			22.03.2020	02:00:00	22.03.2020	02:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			22.03.2020	20:00:00	22.03.2020	20:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			23.03.2020	11:30:00	23.03.2020	12:00:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	38241	P5 Peletizadora DPAN 660.178 10"	25.03.2020	10:30:00	25.03.2020	11:00:00	H	0.5	
Peletizado 1	FALTA DE MEZCLA			24.03.2020	17:30:00	24.03.2020	18:50:00	H	1.33	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			25.03.2020	18:05:00	25.03.2020	19:00:00	H	0.92	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			26.03.2020	13:10:00	26.03.2020	13:40:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			27.03.2020	21:00:00	27.03.2020	21:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			26.03.2020	23:00:00	27.03.2020	02:10:00	H	3.17	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	38245	P5 Rastra de Descarga Enfriador	28.03.2020	19:45:00	28.03.2020	20:05:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			28.03.2020	09:10:00	28.03.2020	09:30:00	H	0.33	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			29.03.2020	21:50:00	29.03.2020	23:00:00	H	1.17	
Peletizado 1	FALTA DE MEZCLA POR GESTION			29.03.2020	09:30:00	29.03.2020	14:05:00	H	4.58	
Peletizado 1	CAMBIO DE PROTEINA			30.03.2020	12:20:00	30.03.2020	13:50:00	H	1.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			31.03.2020	08:40:00	31.03.2020	09:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			02.04.2020	13:30:00	02.04.2020	13:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	REVISION DEL POST			01.04.2020	21:30:00	01.04.2020	23:00:00	H	1.5	
Peletizado 1	MANTENIMIENTO PLANIFICADO			02.04.2020	08:30:00	02.04.2020	14:50:00	H	6.33	

Fuente: Planta de alimento balanceado.

ANEXO 19

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	38244	P5 Enfriador	03.04.2020	11:15:00	03.04.2020	11:40:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			02.04.2020	23:50:00	03.04.2020	00:20:00	H	0.5	
Peletizado 1	FALLA DEL SENSOR	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	04.04.2020	02:50:00	04.04.2020	03:20:00	H	0.5	ELECTRIC
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	38243	P5 Secador	04.04.2020	02:30:00	04.04.2020	02:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			04.04.2020	11:50:00	04.04.2020	12:15:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			05.04.2020	15:25:00	05.04.2020	15:45:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			04.04.2020	23:00:00	04.04.2020	23:30:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			06.04.2020	20:50:00	06.04.2020	21:10:00	H	0.33	
Peletizado 1	CAMBIO DE MOLDE Y RODILLOS			07.04.2020	08:00:00	07.04.2020	12:00:00	H	4	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			08.04.2020	11:25:00	08.04.2020	11:45:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			09.04.2020	11:50:00	09.04.2020	12:10:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			08.04.2020	21:10:00	08.04.2020	21:30:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			09.04.2020	22:40:00	09.04.2020	23:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			10.04.2020	19:00:00	10.04.2020	19:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALTA DE MEZCLA POR GESTION			10.04.2020	02:10:00	10.04.2020	05:35:00	H	3.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			11.04.2020	11:20:00	11.04.2020	11:50:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			11.04.2020	23:15:00	11.04.2020	23:35:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			12.04.2020	22:25:00	12.04.2020	22:55:00	H	0.5	
Peletizado 1	CORTE DE ENERGIA			12.04.2020	12:30:00	12.04.2020	13:20:00	H	0.83	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			13.04.2020	09:50:00	13.04.2020	10:20:00	H	0.5	
Peletizado 1	FALLA ELÉCTRICA	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	14.04.2020	21:40:00	14.04.2020	22:10:00	H	0.5	INSTRUME
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			14.04.2020	08:20:00	14.04.2020	08:40:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			13.04.2020	22:25:00	13.04.2020	22:45:00	H	0.33	
Peletizado 1	ROTURA DE PIN FUSIBLE			14.04.2020	20:20:00	14.04.2020	21:40:00	H	1.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			15.04.2020	08:00:00	15.04.2020	08:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	38244	P5 Enfriador	16.04.2020	22:15:00	16.04.2020	22:35:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			15.04.2020	23:00:00	15.04.2020	23:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			16.04.2020	07:00:00	16.04.2020	07:25:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	38243	P5 Secador	17.04.2020	22:25:00	17.04.2020	22:45:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			17.04.2020	11:00:00	17.04.2020	11:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			18.04.2020	11:30:00	18.04.2020	11:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			18.04.2020	19:30:00	18.04.2020	19:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			19.04.2020	07:00:00	19.04.2020	07:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			20.04.2020	02:40:00	20.04.2020	03:10:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			20.04.2020	11:20:00	20.04.2020	11:40:00	H	0.33	

Fuente: Planta de alimento balanceado.

ANEXO 20

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			20.04.2020	20:00:00	20.04.2020	20:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			21.04.2020	10:40:00	21.04.2020	11:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			22.04.2020	10:20:00	22.04.2020	10:40:00	H	0.33	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			22.04.2020	00:40:00	22.04.2020	01:10:00	H	0.5	
Peletizado 1	ENERGIA ELÉCTRICA			22.04.2020	15:40:00	22.04.2020	16:35:00	H	0.92	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			23.04.2020	10:20:00	23.04.2020	10:40:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALTA DE MEZCLA POR FALLA DE EQUIPO			23.04.2020	12:30:00	23.04.2020	15:00:00	H	2.5	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			23.04.2020	20:10:00	23.04.2020	20:40:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			24.04.2020	22:30:00	24.04.2020	23:00:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			25.04.2020	11:00:00	25.04.2020	11:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			25.04.2020	22:20:00	25.04.2020	23:00:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			26.04.2020	10:40:00	26.04.2020	11:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			27.04.2020	16:30:00	27.04.2020	17:20:00	H	0.83	
Peletizado 1	FALTA DE MEZCLA			27.04.2020	07:00:00	27.04.2020	07:40:00	H	0.67	
Peletizado 1	FALTA DE MEZCLA POR GESTION			27.04.2020	05:30:00	27.04.2020	07:00:00	H	1.5	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO	38243	P5 Secador	27.04.2020	22:00:00	27.04.2020	23:00:00	H	1	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			28.04.2020	12:20:00	28.04.2020	13:20:00	H	1	
Peletizado 1	REVISIÓN DE POST			28.04.2020	18:20:00	28.04.2020	19:20:00	H	1	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			29.04.2020	18:45:00	29.04.2020	19:10:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			30.04.2020	11:20:00	30.04.2020	11:50:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			30.04.2020	22:05:00	30.04.2020	22:25:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			01.05.2020	21:15:00	01.05.2020	21:35:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			01.05.2020	08:20:00	01.05.2020	08:50:00	H	0.5	
Peletizado 1	ROTURA DE CAPLETA DE SOBRECARGA			02.05.2020	08:50:00	02.05.2020	10:50:00	H	2	
Peletizado 1	Fabricacion plancha clapeta de puerta P1	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178		00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA
Peletizado 1	CAMBIO DE MOLDE Y RODILLOS			03.05.2020	09:40:00	03.05.2020	11:50:00	H	2.17	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			03.05.2020	22:05:00	03.05.2020	22:25:00	H	0.33	
Peletizado 1	DESGASTE EXCESIVO DE CONSUMIBLES			02.05.2020	22:15:00	02.05.2020	23:00:00	H	0.75	
Peletizado 1	CAMBIO DE COMPUERTA DE DESCARGA P	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178		00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			04.05.2020	07:00:00	04.05.2020	07:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			04.05.2020	20:40:00	04.05.2020	21:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			05.05.2020	08:35:00	05.05.2020	08:55:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			05.05.2020	18:35:00	05.05.2020	23:00:00	H	4.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			06.05.2020	10:00:00	06.05.2020	10:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	soporte dsoldado	9829	1.2 P1 Rotoflow		00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA

Fuente: Planta de alimento balanceado.

ANEXO 21

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			07.05.2020	07:00:00	07.05.2020	07:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			08.05.2020	03:10:00	08.05.2020	03:40:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			09.05.2020	10:40:00	09.05.2020	11:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			08.05.2020	21:00:00	08.05.2020	21:30:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			09.05.2020	20:20:00	09.05.2020	20:40:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			10.05.2020	09:40:00	10.05.2020	10:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			11.05.2020	14:25:00	11.05.2020	14:45:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			12.05.2020	09:40:00	12.05.2020	10:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICAICON			11.05.2020	19:40:00	11.05.2020	20:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	CABLES QUEMADOS DE LA PUERTA P#1				00:00:00		00:00:00	H	0	ELECTRIC
Peletizado 1	REVISION DE ANILLO DE VAPOR DEL POSST				00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA
Peletizado 1	REVISIONDE PERSIANAS DEL SECADOR				00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			12.05.2020	19:10:00	12.05.2020	19:30:00	H	0.33	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			13.05.2020	06:20:00	13.05.2020	07:00:00	H	0.67	
Peletizado 1	CABLES QUEMADOS DE LA PUERTA P#1				00:00:00		00:00:00	H	0	ELECTRIC
Peletizado 1	REVISION DE ANILLO DE VAPOR DEL POSST				00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA
Peletizado 1	REVISIONDE PERSIANAS DEL SECADOR				00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			12.05.2020	19:10:00	12.05.2020	19:30:00	H	0.33	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			13.05.2020	06:20:00	13.05.2020	07:00:00	H	0.67	
Peletizado 1	cambio de chute de prensa	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178		00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			16.05.2020	10:00:00	16.05.2020	11:00:00	H	1	
Peletizado 1	LIMPIEZA PROGRAMADA			15.05.2020	23:00:00	16.05.2020	03:45:00	H	4.75	
Peletizado 1	CAMBIO DE PROTEINA			17.05.2020	03:20:00	17.05.2020	04:20:00	H	1	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			17.05.2020	08:20:00	17.05.2020	08:40:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			18.05.2020	21:45:00	18.05.2020	22:05:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			17.05.2020	21:00:00	17.05.2020	21:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			18.05.2020	10:20:00	18.05.2020	10:50:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			19.05.2020	15:30:00	19.05.2020	16:00:00	H	0.5	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			13.05.2020	23:00:00	14.05.2020	07:00:00	H	8	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			14.05.2020	07:00:00	14.05.2020	15:00:00	H	8	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			15.05.2020	15:00:00	15.05.2020	23:00:00	H	8	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			14.05.2020	23:00:00	15.05.2020	07:00:00	H	8	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			13.05.2020	15:00:00	13.05.2020	23:00:00	H	8	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			14.05.2020	15:00:00	14.05.2020	23:00:00	H	8	
Peletizado 1	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			15.05.2020	07:00:00	15.05.2020	15:00:00	H	8	

Fuente: Planta de alimento balanceado.

ANEXO 22

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA			13.05.2020	07:00:00	13.05.2020	15:00:00	H	8	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			20.05.2020	09:30:00	20.05.2020	10:10:00	H	0.67	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			20.05.2020	21:00:00	20.05.2020	23:00:00	H	2	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			21.05.2020	21:40:00	21.05.2020	22:20:00	H	0.67	
Peletizado 1	FALTA DE TOLVAS VACÍAS			20.05.2020	23:00:00	21.05.2020	04:50:00	H	5.83	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			22.05.2020	09:25:00	22.05.2020	09:45:00	H	0.33	
Peletizado 1	REVISIÓN DE POST			22.05.2020	15:50:00	22.05.2020	16:25:00	H	0.58	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			23.05.2020	08:10:00	23.05.2020	08:30:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			24.05.2020	10:30:00	24.05.2020	10:55:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			23.05.2020	20:45:00	23.05.2020	21:10:00	H	0.42	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			24.05.2020	21:40:00	24.05.2020	22:40:00	H	1	
Peletizado 1	CAMBIO DE PRODUCTO			25.05.2020	07:25:00	25.05.2020	08:25:00	H	1	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			26.05.2020	10:20:00	26.05.2020	10:40:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			27.05.2020	10:30:00	27.05.2020	10:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	CAMBIO DE PROTEINA			26.05.2020	22:30:00	26.05.2020	23:00:00	H	0.5	
Peletizado 1	CAMBIO DE PROTEINA			26.05.2020	23:00:00	26.05.2020	23:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			25.05.2020	20:30:00	25.05.2020	20:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	CAMBIO DE PROTEINA			28.05.2020	08:20:00	28.05.2020	09:00:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			27.05.2020	21:30:00	27.05.2020	21:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	FALTA DE MEZCLA POR GESTION			28.05.2020	09:00:00	28.05.2020	10:20:00	H	1.33	
Peletizado 1	CAMBIO DE PROTEINA			29.05.2020	02:10:00	29.05.2020	03:00:00	H	0.83	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			29.05.2020	13:50:00	29.05.2020	14:10:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			29.05.2020	20:50:00	29.05.2020	21:10:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			30.05.2020	08:00:00	30.05.2020	08:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	limpieza y lubricacion prensa #1			31.05.2020	19:40:00	31.05.2020	20:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			31.05.2020	08:50:00	31.05.2020	09:10:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			01.06.2020	09:40:00	01.06.2020	10:00:00	H	0.33	
Peletizado 1	MEZCLA PEGADA EN ACONDICIONADOR DE PRENS			02.06.2020	00:30:00	02.06.2020	01:30:00	H	1	
Peletizado 1	CALENTAMIENTO DE PESTAÑA DE PRENSA.			01.06.2020	23:00:00	02.06.2020	00:30:00	H	1.5	
Peletizado 1	INSPECCION DE LINEA PRODUCTO PEGADO.			02.06.2020	01:30:00	02.06.2020	02:50:00	H	1.33	
Peletizado 1	limpieza lubricacion ajuste de rodillos			02.06.2020	01:00:00	02.06.2020	01:30:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			03.06.2020	15:40:00	03.06.2020	15:40:00	H	0	
Peletizado 1	Ajuste de rodillos de prensa.			04.06.2020	21:40:00	04.06.2020	22:52:00	H	1.2	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			05.06.2020	19:30:00	05.06.2020	20:10:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			06.06.2020	15:10:00	06.06.2020	15:30:00	H	0.33	

Fuente: Planta de alimento balanceado.

ANEXO 23

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			06.06.2020	23:30:00	06.06.2020	23:50:00	H	0.33	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			07.06.2020	20:40:00	07.06.2020	21:20:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	07.06.2020	07:35:00	07.06.2020	08:00:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	38245	P5 Rastra de Descarga Enfriador	08.06.2020	09:00:00	08.06.2020	09:25:00	H	0.42	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			09.06.2020	22:00:00	09.06.2020	22:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			09.06.2020	09:30:00	09.06.2020	10:00:00	H	0.5	
Peletizado 1	ATORO DE PRENSA			10.06.2020	17:30:00	10.06.2020	19:00:00	H	1.5	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA			10.06.2020	10:00:00	10.06.2020	12:00:00	H	2	
Peletizado 1	LIMPIEZA DE LÍNEA			11.06.2020	07:00:00	11.06.2020	09:30:00	H	2.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			12.06.2020	12:00:00	12.06.2020	12:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	12.06.2020	18:20:00	12.06.2020	19:55:00	H	1.58	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION DE PRENSA	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	11.06.2020	19:00:00	11.06.2020	19:25:00	H	0.42	
Peletizado 1	SOBRECARGA INTERMITENTES	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	12.06.2020	21:00:00	12.06.2020	21:40:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION			13.06.2020	12:00:00	13.06.2020	12:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES.			13.06.2020	10:00:00	13.06.2020	10:30:00	H	0.5	
Peletizado 1	sobrecargas intermitentes	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	13.06.2020	05:00:00	13.06.2020	05:30:00	H	0.5	
Peletizado 1	tubería flexible fuga de vapor secador	66669	3.4 P1 Secador		00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA
Peletizado 1	AJUSTE DE RODILLOS			14.06.2020	09:20:00	14.06.2020	10:00:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION DE RODILLOS	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	14.06.2020	19:40:00	14.06.2020	20:10:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	13.06.2020	22:00:00	13.06.2020	22:00:00	H	0	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	13.06.2020	22:30:00	13.06.2020	23:00:00	H	0.5	
Peletizado 1	sobrecargas intermitentes	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	14.06.2020	03:00:00	14.06.2020	03:50:00	H	0.83	
Peletizado 1	ATORO DE PRENSA Y RODILLOS	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	13.06.2020	23:00:00	14.06.2020	00:15:00	H	1.25	
Peletizado 1	ATORO DE PRENSA CON PELLETS	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	14.06.2020	01:15:00	14.06.2020	01:55:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			15.06.2020	17:00:00	15.06.2020	17:40:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			15.06.2020	17:00:00	15.06.2020	17:40:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			15.06.2020	17:00:00	15.06.2020	17:40:00	H	0.67	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			17.06.2020	07:00:00	17.06.2020	07:30:00	H	0.5	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES			17.06.2020	08:00:00	17.06.2020	09:00:00	H	1	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	16.06.2020	23:25:00	16.06.2020	23:55:00	H	0.5	
Peletizado 1	ATORO DE PRENSA	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	16.06.2020	21:00:00	16.06.2020	22:50:00	H	1.83	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES			18.06.2020	04:20:00	18.06.2020	04:50:00	H	0.5	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES			17.06.2020	22:00:00	17.06.2020	22:14:00	H	0.23	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES			18.06.2020	13:00:00	18.06.2020	13:40:00	H	0.67	

Fuente: Planta de alimento balanceado.

ANEXO 24

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			19.06.2020	07:00:00	19.06.2020	07:20:00	H	0.33	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			18.06.2020	20:00:00	18.06.2020	20:50:00	H	0.83	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES.			19.06.2020	04:00:00	19.06.2020	04:50:00	H	0.83	
Peletizado 1	reparacion de tapa de magnetizador	69189	1.0 P1 Magnetizador		00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	38242	P5 Post-Acondicionador	19.06.2020	20:30:00	19.06.2020	21:00:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			04.06.2020	09:20:00	04.06.2020	09:45:00	H	0.42	
Peletizado 1	ajuste de rodillos	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	20.06.2020	12:55:00	20.06.2020	13:55:00	H	1	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES			20.06.2020	04:00:00	20.06.2020	04:50:00	H	0.83	
Peletizado 1	SOBRECARGAS INTERMITENTES	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	20.06.2020	09:00:00	20.06.2020	09:30:00	H	0.5	
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	21.06.2020	15:00:00	21.06.2020	15:25:00	H	0.42	
Peletizado 1	fabricacion de bisagras puerta secador 1	66669	3.4 P1 Secador		00:00:00		00:00:00	H	0	MECANICA
Peletizado 1	FALLA ELECTRICA EN EL SWICHT DE LA PRE	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	22.06.2020	16:00:00	22.06.2020	16:50:00	H	0.83	ELECTRIC
Peletizado 1	LIMPIEZA Y LUBRICACION	9839	2.7 P1 Peletizadora DPAA 660.178	22.06.2020	15:15:00	22.06.2020	15:40:00	H	0.42	
Peletizado 1	VAPOR			21.06.2020	23:10:00	22.06.2020	01:30:00	H	2.33	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA.			22.06.2020	23:00:00	23.06.2020	07:00:00	H	8	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA.			22.06.2020	19:40:00	22.06.2020	23:00:00	H	3.33	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA.			22.06.2020	07:00:00	23.06.2020	07:00:00	H	24	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA.			22.06.2020	07:00:00	23.06.2020	07:00:00	H	24	
Peletizado 1	PARADA PROGRAMADA POR FABRICA.			22.06.2020	07:00:00	23.06.2020	07:00:00	H	24	

Fuente: Planta de alimento balanceado.